

Poda Mecânica vs Poda Manual na Casta Touriga Nacional na Região do Dão

João Pedro Silva Camilo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em:
Viticultura e Enologia

Orientador: Professor Doutor Rogério Albino Neves de Castro

Co-orientador: Eng.º Agrónomo Amândio José Eleutério da Cruz

Júri:

Presidente: Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Vogais: Doutor Rogério Albino Neves de Castro, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Pedro de Miranda Clímaco Pereira, Investigador Auxiliar da Estação Vitivinícola Nacional do Instituto Nacional de Recursos Biológicos.

Lisboa, 2009

“O Vinho, a mais gentil das bebidas, devido quer a Noé,
que plantou a vinha, quer a Baco, que espremeu o sumo
da uva, data da infância do mundo.”

Brillat-Savarin *cit. in* Desseauve (1998)

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Rogério de Castro pela disponibilidade demonstrada para orientar este trabalho e por todos os ensinamentos que me transmitiu.

Ao Eng.º Amândio Cruz por todo o apoio ao longo do trabalho.

À Sociedade dos Vinhos Borges S.A. por me ter permitido realizar este trabalho na sua vinha e por todas as condições disponibilizadas para que o mesmo se pudesse realizar.

Ao Sr. António Teixeira, na qualidade de Responsável da Viticultura da Sociedade dos Vinhos Borges S.A. por toda a disponibilidade demonstrada e por todo o apoio.

Ao Sr. Fernando, à D. Olívia e a toda a restante equipa de trabalhadores da vinha por toda a disponibilidade demonstrada na recolha de dados, nomeadamente nas madrugadas do potencial hídrico de base e as colheitas de amostras para o controlo de maturação.

À D. Judite e restantes técnicas do laboratório da Sociedade dos Vinhos Borges S.A. pelo auxílio nas análises efectuadas.

Ao Cortes por todo o apoio ao longo da vindima e pela ajuda durante as microvinificações

Aos colegas estagiários pela ajuda no acompanhamento das microvinificações.

Ao Pedro e à Ana por todo o apoio e ajuda no tratamento estatístico e revisão do texto.

Resumo

No presente trabalho pretendeu-se comparar o efeito da poda mecânica em sebe e da poda manual no comportamento agronómico e fisiológico da casta Touriga Nacional no sistema de condução LYS. Este estudo decorreu na Quinta da Aguieira, propriedade da Sociedade dos Vinhos Borges e localizada na Região Vitivinícola do Dão.

A poda em sebe originou uma carga à poda significativamente superior, demonstrando essas videiras autoregulação ao apresentarem uma taxa de abrolhamento e um índice de fertilidade significativamente inferiores comparativamente à poda manual.

A poda em sebe apresentou uma maior capacidade produtiva que se pode relacionar com a maior área foliar. O aumento da área foliar deve-se principalmente ao maior número de sarmentos e folhas, estas eram significativamente menores. A poda manual apresentou maior área foliar secundária. A maior área foliar não foi propícia a um stress hídrico pronunciado nem diferenças a esse nível entre modalidades.

A evolução da maturação mostrou não existir diferença do peso dos bagos, da acidez total, das antocianas ou do índice de Folin-Ciocalteu entre modalidades.

A produção da poda em sebe foi cerca do triplo da poda manual, associada a uma ligeira diminuição do teor alcoólico do vinho mas sem outras alterações da qualidade.

Palavras-chave:

Videira, Poda, Poda mecânica, Poda em sebe, Touriga Nacional, Qualidade

Abstract

The main objective of this study was the comparison between mechanical hedging and manual pruning systems regarding the agronomy and physiology of Touriga Nacional variety vines conducted in LYS. The experiment was conducted at Quinta da Aguieira, wine producing region of Dão, property owned by Sociedade dos Vinhos Borges.

The mechanical hedging originated a significant higher number of nodes per vine. These vines showed self regulation given that both budburst and fertility index were significantly lower when compared with the obtained with the manual pruning.

In the mechanical hedging system the total leaf area registered was significantly higher. A higher number of principal leafs with a smaller area per unit was identified. The secondary leaf area was significantly higher in the manual pruning system. Although these differences between the two systems were identified, no significant differences were found regarding the pre-dawn leaf potential.

Sugar accumulation was delayed on hedge pruning, although the berry weight, titratable acidity, anthocyanin concentration and Folin-Ciocalteu index had shown no significant differences between hedged and manual pruning.

Significant differences were found in the sugar content of the must which was higher in manual pruning. The wine produced from the mechanical hedging system vines showed an alcohol index slightly lower than the one produced from the manual pruning system vines.

Keywords:

Vine, Pruning, Mechanical pruning, Hedging, Touriga Nacional, Quality

Extended Abstract

The main objective of this study was the comparison between the mechanical hedging and manual pruning regarding the agronomy and physiology of Touriga Nacional variety vines, grafted on 1103P and installed with the LYS conduction system. The experiment was conducted at Quinta da Agueira, wine producing region of Dão, property owned by Sociedade dos Vinhos Borges.

Nodes per vine, budburst, fertility, leaf area, leaf water potential, must composition, production and wine produced were some of the parameters evaluated and taken into account during this study. Grapes from both types of pruning were fermented and used to study the effect of the bleeding on wine production.

The mechanical hedging showed a significant higher value of nodes per vine, around 319 thousand nodes whilst the manual pruning had only 38 thousand. This higher value was mainly due to a higher number of fruit units, and these were also significantly bigger.

The hedged vines showed self regulation given that the budburst index was reduced by 42% when compared to the manual pruning vines. The budburst index was significantly lower in the mechanical hedging system for the 1 to 4 bud order, but not significantly lower for the 0 bud order. On bud order 5 the mechanical hedging shows significantly higher values, fact that may be justified by the incorrect shoot position and the acrotony. However, the number of buds registered on every bud number is higher for the mechanical hedging vines, which presents a significantly higher number of shoots.

When considering the fertility parameters it is also possible to analyse the self regulation ability of the vines. The mechanical hedging system vines showed a significant lower fertility index. When considering the practical fertility the differences between the two systems became quite clear given that this considers the number of nodes per vine. There are significant differences between the two pruning systems for the potential fertility, being bigger in the manual pruning.

Regarding the bud order the manual pruning showed significantly higher differences for all the cases, except order 1, when compared with the mechanical hedging. Nevertheless, the inflorescences number is significantly higher on the mechanical hedging system, fact that can be explained by the substantially higher shoot number in that system vines.

With the leaf area measurements carried out, the vines principal leaf area, number of leafs per vine, average leaf area per shoot and average leaf area per leaf were calculated. Same parameters were extracted for the secondary leaf area. Both principal leaf area and leaf

number were significantly higher for the mechanical hedging system when compared with the manual pruning system. In respect to the secondary leaf area the manual pruning when compared to the hedge pruning, showed a higher secondary leaf area in both measurements and also secondary leaves with larger areas and a significant higher number of leaves.

The higher leaf area of the hedge pruning was not adequate to a pronounced water stress, so that throughout the season were not found any significant differences between treatments in respect to the leaf pre-dawn water potential. During the first measurements the water potential values were within the optimum limits showing a situation of water comfort by the end of maturity. Although the mid-day water potential did not show any significant differences in the first three measurements, showed significant lower mid-day water potential in the last two measurements that expresses a higher evapo-transpiration in the mechanical hedging, though these value do not represent a severe water stress.

The development of the maturity happened as mentioned in the literature. The grapes weight, total acidity, total anthocyanin concentration, the easily extractable anthocyanin and the Folin-Ciocalteu index did not showed any significant differences between systems, being the probable alcohol the only parameter that showed significantly lower values on the manual pruning.

The mechanical hedging system production was three times higher than the one obtained on the manual pruning, though there were no significant differences in the bunch weight. The relation between leaf area and production did not showed significant differences within systems, being the values within the ones refereed in the literature.

The alcoholic level in the wines produced was higher than the ones verified in the development of maturity. Though the alcoholic level of all the wines was above the legal minimum demanded by the official organizations to be considered a DOC Dão wine. The total acidity did not show a relation with the pruning systems or wine making process, being in all the cases higher than what was expected by the maturation controls. The colour components showed extremely high values and above the ones referred in the literature as typical for the variety. Regarding the tonality, the values were below the intervals refereed in the literature.

Keywords:

Vine, Pruning, Mechanical pruning, Hedging, Touriga Nacional, Quality

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract	III
Extended Abstract	IV
Índice de figuras	VIII
Índice de quadros	XI
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1 Sistemas de condução	3
2.2 Sistemas de poda	3
2.3 O sistema de condução “LYS”	4
2.4 Poda	6
2.4.1 Objectivos:	7
2.4.2 Princípios da poda:	7
2.4.3 Carga à poda	10
2.5 Poda Mecânica	10
2.6 Tipos de poda mecânica	11
2.6.1 Poda em Sebe	11
2.6.2 Poda Mínima	17
3. Material e Métodos	22
3.1 Caracterização do campo de ensaio	22
3.1.1 Localização	22
3.1.2 Caracterização da vinha e condições edafo-climáticas	22
3.1.3 Caracterização do material vegetal	23

3.2	Delineamento experimental.....	25
3.3	Registos efectuados	26
3.3.1	Carga à poda	26
3.3.2	Abrolhamento	27
3.3.3	Fertilidade	27
3.3.4	Área foliar	28
3.3.5	Potencial hídrico foliar	28
3.3.6	Evolução da Maturação	29
3.3.7	Vindima	29
3.3.8	Vinificação	30
3.4	Análise estatística.....	30
4.	Resultados e Discussão	31
4.1.1	Carga à poda	31
4.1.2	Abrolhamento	33
4.1.3	Fertilidade	36
4.1.4	Área foliar	39
4.1.5	Potencial hídrico foliar	43
4.1.6	Evolução da Maturação	46
4.1.7	Vindima	50
4.1.8	Vinificação	52
5.	Conclusões.....	55
6.	Referências Bibliográficas	57

Índice de figuras

Figura 2.1 - Esquema do sistema de condução LYS (adaptado de Castro et al. 1995). A) Formas adaptadas à mecanização integral. B) Forma possível sem mecanização integral.	5
Figura 2.2 – Esquema do sistema LYS no “dicionário” dos sistemas de condução da vinha (Carbonneau & Cargnello, 2003).	6
Figura 2.3 – Videira em LYS na Quinta da Aguireira, Aguireira, Nelas	6
Figura 2.4 – Esquema dos cortes das sebes (adaptado de Freeman & Cullis 1981).	13
Figura 2.5 – Forma sinusoidal do cordão após o corte (adaptado de Intrieri & Poni 1995).	13
Figura 3.6 – Esquema do ensaio.	26
Figura 3.7 – Esquema das nervuras medidas para determinação da área foliar.	28
Figura 4.8 – Videiras das duas modalidades após a poda. A) Poda manual. B) Poda em sebe.	31
Figura 4.9 – Carga deixada à poda por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	32
Figura 4.10 – Número de unidades de frutificação por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	33
Figura 4.11 – Número de olhos por unidade de frutificação por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	33
Figura 4.12 – Percentagem de abrolhamento por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	35
Figura 4.13 – Percentagem de abrolhamento em ordem ao olho por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	35
Figura 4.14 – Número de olhos abrolhados por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	36
Figura 4.15 – Número de olhos abrolhados por videira, em ordem ao olho, nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n = 40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	36
Figura 4.16 – Índice de fertilidade prático e potencial por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 110 poda manual, n =	

40 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	38
Figura 4.17 – Índice de fertilidade potencial por videira, em ordem ao olho, nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	38
Figura 4.18 – Número de inflorescências por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	38
Figura 4.19 – Área foliar principal por videira nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	40
Figura 4.20 – Número de folhas por videira, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	40
Figura 4.21 – Área foliar por pânpano, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	41
Figura 4.22 – Área foliar por folha principal, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	41
Figura 4.23 – Área foliar principal (AFP) e área foliar secundária (AFS) nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	42
Figura 4.24 – Área foliar total, correspondente à soma da área foliar principal (AFP) e da área foliar secundária (AFS) por modalidade e por data de medição. As barras verticais correspondentes ao erro padrão da média não são apresentadas para melhor percepção da área foliar secundária.	42
Figura 4.25 – Área foliar secundária por videira nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	42
Figura 4.26 – Área foliar por folha secundária nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	43
Figura 4.27 – Número de folhas secundárias por modalidade e por data de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).	43
Figura 4.28 – Potencial hídrico foliar de base em cada modalidade e data. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 24$ poda manual, $n = 12$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	45
Figura 4.29 – Potencial hídrico foliar mínimo em cada modalidade e data. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 24$ poda manual, $n = 12$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	46

Figura 4.30 – Evolução do peso por bago ao longo da fase final da maturação. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 32 poda manual, n = 16 poda em sebe).. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	47
Figura 4.31 – Evolução do teor alcoólico provável ao longo da fase final da maturação. As barras verticais representam a média \pm epm (n = 4 poda manual, n = 2 poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	48
Figura 4.32 – Evolução da acidez total ao longo da fase final da maturação com respectivo erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	48
Figura 4.33 – Evolução das antocianas totais ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	49
Figura 4.34 – Evolução das antocianas facilmente extraíveis ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	49
Figura 4.35 – Evolução do índice de Folin-Ciocalteu ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.	50
Figura 4.36 – Produção de uvas por videira nas duas modalidades.	51
Figura 4.37 – Produção de uvas por ha nas duas modalidades.	52
Figura 4.38 – Peso médio por cacho nas duas modalidades.	52
Figura 4.39 – Relação entre a área foliar e a produção (cm^2 / g) nas duas modalidades.	52

Índice de quadros

Quadro 3.1 – Parâmetros qualitativos e valores indicativos para Touriga Nacional (adaptado de Böhm 2007)	24
Quadro 4.2 – Análise do vinho proveniente das microvinificações. Álcool (%vol.), Acidez total (g/L de ácido tartárico), acidez volátil (g/L de ácido acético) e pH. Os dados não foram alvo de tratamento estatístico por se tratar de uma única análise por vinho.	54
Quadro 4.3 – Análise do vinho proveniente das microvinificações. Parâmetros da Cor: Intensidade e Tonalidade. Os dados não foram alvo de tratamento estatístico por se tratar de uma única análise por vinho.	54

1. Introdução

Recuar no tempo até às primeiras marcas deixadas pela vitivinicultura nos registos da vida humana levar-nos-ia até à região do Cáucaso onde os seus habitantes de há 6 milénios utilizavam os sarmentos nas suas cerimónias fúnebres, revestidos de metais nobres acompanhavam os falecidos na sua derradeira viagem. Ainda mais atrás na história, há cerca de dez mil anos atrás poderíamos ver o vinho a ser transaccionado na Arménia, assim como foi, e ainda é pelo mundo fora (Desseauve, 1998).

A videira tem um lugar de destaque entre as plantas cultivadas desde tempos muito antigos, já nos primeiros mosaicos Egípcios surgiam ilustrações de videiras em sistemas de condução (Winkler, 1958) e é aos gregos que são atribuídas os primeiros registos ampelográficos, tendo registado mais de 5000 variedades (Desseauve, 1998).

A poda tradicional da região do Dão é realizada após a queda da folha, durante os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, sendo que de acordo com as necessidades de mão-de-obra é antecipada, iniciando mesmo antes da queda das folhas, com prejuízo para o atempamento das videiras. Muitos viticultores do Dão continuam a guiar-se por hábitos ancestrais que consideravam as fases da lua como critério de escolha do momento ideal para podar, apesar de considerarem a poda como uma operação que seria deslocada para segundo plano em função das necessidades de mão de obra em outra actividades como por exemplo a colheita de azeitona (Loureiro & Cardoso, 1993).

A poda de inverno é tradicionalmente considerada uma operação essencial à produção vitícola, sendo que Winkler (1958) colocou uma questão importante relativamente ao dado adquirido que é a realização da poda: “porque será que a remoção de 95% ou mais do crescimento anual da videira deveria conter uma ligação fisiológica com a manutenção do crescimento e produção se os produtores de fruteiras podam ligeiramente para obter este resultado?”. Esta questão, associada aos estudos que desenvolveu relativamente ao princípios e efeitos da poda devem levar-nos a pensar acerca dessa operação que é umas das, ou talvez a mais onerosa das operações vitícolas.

A mecanização integral, nomeadamente da poda e da vindima foi um factor determinante no desenvolvimento de um sistema produtivo mais eficiente, e internacionalmente competitivo, não tendo sido verificadas diminuições acentuadas da qualidade dos vinhos produzidos quando a produção é mantida dentro dos limites de capacidade das videiras (Clingeleffer, 2000).

Pretende-se comparar a influência da poda mecânica em sebe com a influência da poda manual relativamente a alguns parâmetros fisiológicos e agronómicos que condicionam a produção e a qualidade.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 *Sistemas de condução*

De acordo com Carbonneau (1989) o sistema de condução permite ao Homem regular adequadamente os fluxos de factores do meio e as respostas fisiológicas da variedade de forma a obter o produto pretendido, considerando o autor os seguintes parâmetros constituintes do sistema de condução:

- A densidade e a geometria de plantação;
- A orientação das linhas;
- A poda de formação e de renovação;
- A forma de condução e da vegetação;
- As operações em verde.

O sistema de condução ideal deve assegurar o funcionamento óptimo da videira, permitindo a produção e distribuição adequada de fotoassimilados que permita assegurar a perenidade das videiras, assim como a adequada maturação das uvas e maturação dos sarmentos (Carbonneau *et al.* 1981).

É a conjugação de todos os constituintes do sistema de condução que condiciona o desenvolvimento das videiras e que permite explorar o seu potencial produtivo e a obtenção da qualidade desejada.

2.2 *Sistemas de poda*

Os sistemas de poda são numerosos e diferenciam-se essencialmente pela forma que dão ao tronco da videira e pelo número e comprimento das unidades de frutificação que permitem manter. O melhor sistema é aquele que mais se adequa às condições da vinha (Winkler *et al.*, 1974).

A classificação dos sistemas de poda proposta por Winkler *et al.* (1974) tem que ver com:

1. Quantidade e disposição do tronco e braços:
 - a). Do topo do tronco saem braços simétricos, aproximadamente ao mesmo nível. Esses braços podem ser varas (ex.: sistema Guyot) ou braços que suportam os talões ou varas (ex.: vaso).

- b). O tronco é alongado, sendo chamado normalmente de cordão e, as unidades de frutificação estão dispostas regularmente ao longo desse cordão que pode ser uni ou bilateral (ex.: cordão Royat unilateral ou bilateral).
2. Dimensão das unidades de frutificação:
- a). Nos sistemas de poda curta podem considerar-se duas intensidades de poda, talões curtos com 1 a 2 olhos e talões longos ou meias varas até 4 olhos;
 - b). Em sistemas de poda longa ou poda à vara as unidades de frutificação têm pelo menos 5 olhos e devem ser acompanhados de um pequeno talão ou espera para renovar a poda no ano seguinte. Winkler *et al.* (1974) evidencia ainda a necessidade de empa na poda longa.

2.3 O sistema de condução “LYS”

O sistema de condução LYS foi proposto para experimentação por Castro *et al.* (1995). Este sistema de poda surgiu nos anos 80 na Quinta de Lourosa, tendo sido desenvolvido com base num seu precursor, o Cordão Ascendente Retombante (CAR), forma simplificada do LYS (Mota, 2005).

A designação LYS surge da aparência do corte transversal da vegetação de uma linha de videiras com a flor-de-lis e à sua natureza tridimensional com três planos de vegetação, um ascendente e dois retombantes (Castro *et al.*, 1995; Mota, 2005).

A natureza tridimensional do LYS é-lhe conferida pelos seus dois planos inferiores retombantes e pelo seu plano superior ascendente que além de permitirem a associação da forma com a flor-de-lis permitem principalmente obter um melhor microclima ao nível dos cachos, maior afastamento entre unidades de frutificação e a existência de espaços entre a vegetação que em conjunto permitem obter maior produção e com melhor qualidade (Castro *et al.*, 1995; Mota, 2005; Castro *et al.*, 2006).

A importância da existência de aberturas na vegetação e de efectiva separação entre os dois andares de vegetação é condicionante do funcionamento do sistema por isso é essencial efectuar as intervenções em verde no momento adequado. São imperativas duas intervenções: a orientação dos sarmentos, também denominada penteia, e a despona, uma vez que são estas operações que tornam efectiva a separação entre os dois andares de vegetação (Castro *et al.*, 1995; Mota, 2005; Castro *et al.*, 2006).

Quanto à poda Castro *et al.* (1995) expõem diversas opções que passam por um cordão permanente com espáduas no andar inferior associado a um cordão ou a uma vara no andar

superior (Figura 2.1 e Figura 2.2). No presente trabalho o sistema LYS no qual se encontra instalado o ensaio apresenta um cordão no andar superior associado a uma ou duas varas sem espáduas no andar inferior (Figura 2.3). Essas varas encontram-se dispostas paralelamente à linha e sem afastamento horizontal relativamente a esta.

O compasso mais adequado para o sistema de condução LYS dependerá das condições onde for instalado, mas de acordo com o referido em Castro *et al.* (1995) o espaçamento entre linhas pode variar entre 2,5 e 3,5 metros, sendo o típico de 3 metros. A distância entre cepas deve ser de aproximadamente 1 metro, podendo ser alargada até 2 metros em situações de elevado vigor.

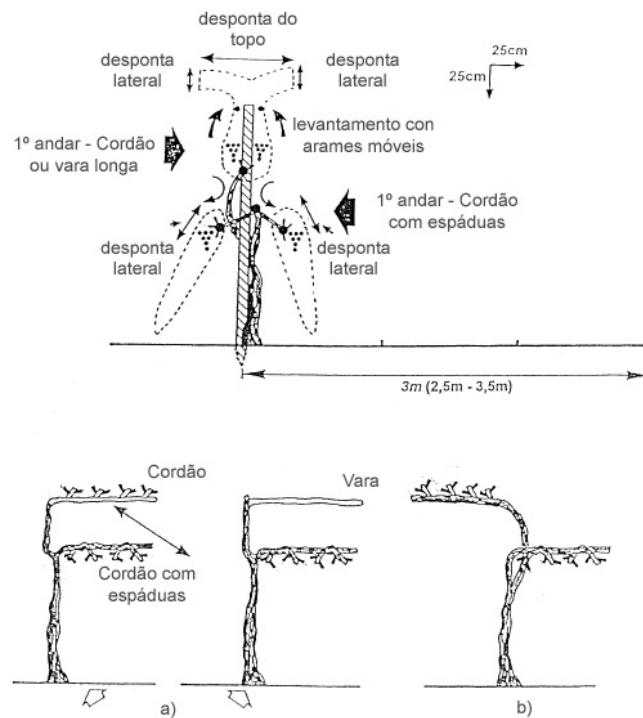


Figura 2.1 - Esquema do sistema de condução LYS (adaptado de Castro *et al.* 1995). A) Formas adaptadas à mecanização integral. B) Forma possível sem mecanização integral.

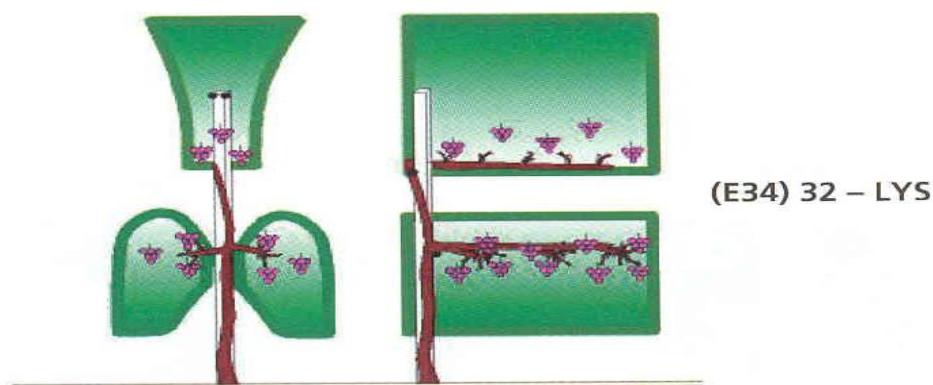


Figura 2.2 – Esquema do sistema LYS no “dicionário” dos sistemas de condução da vinha (Carbonneau & Cargnello, 2003).



Figura 2.3 – Videira em LYS na Quinta da Aguieira, Aguieira, Nelas

Mota (2005) refere que o LYS é um sistema muito exigente em mão-de-obra principalmente nas intervenções em verde e que a mecanização destas operações eliminará o maior de entre poucos inconvenientes culturais deste sistema de condução.

2.4 Poda

A poda compreende a remoção dos sarmentos, ladrões, folhas e outras partes vegetativas da videira. A remoção de madeira morta, ainda que necessária, não é considerada poda uma vez que não afecta a fisiologia da planta (Winkler *et al.*, 1974).

Por poda entendem-se diversas operações em viticultura como por exemplo a poda de formação, a poda de inverno, a poda em verde, neste trabalho o termo “poda” será utilizada para referir especificamente a poda de inverno.

De acordo com Zabadal *et al.* (2002) a poda é a operação mais importante do ciclo anual do manejo vitícola, uma vez que é, na maioria das situações, a única forma de ajustar o nível de produção das videiras e de manter a sua estrutura.

2.4.1 Objectivos:

De acordo com Winkler *et al.* (1974) os objectivos que tornam necessária a poda são:

- Ajudar a manter a vinha numa forma que diminua o trabalho e facilite as operações na vinha, tais como: mobilizações, controlo de doenças e pragas, monda e vindima;
- Atribuir a carga por videira, entre videiras e de ano para ano, de acordo com a capacidade dos talões (ou varas) e das videiras, de forma a equilibrar produções e obter maiores produtividades de alta qualidade;
- Diminuir ou eliminar a necessidade de monda no controlo da produção. A poda é o modo mais económico de reduzir o número de cachos produzidos a cada ano pelas videiras;

2.4.2 Princípios da poda:

Winkler *et al.* (1974) enunciam sete princípios baseados nos conhecimentos da resposta da videira à poda e nos hábitos de frutificação. Estes permitem definir uma forma de atingir os objectivos e que são enunciados abaixo.

Para melhor compreensão desses princípios Magalhães (2008) considera importante o esclarecimento de três conceitos que lhes estão subjacentes: o conceito de *vigor*, que está associado à dinâmica do crescimento e a videiras com sarmentos compridos, com elevado diâmetro, entrenós longos, emissão de netas e ladrões; o conceito de *expressão vegetativa* que corresponde à totalidade da biomassa da videira, considerando todas estruturas permanentes e de desenvolvimento anual e, o conceito de *capacidade* que está associado ao conjunto dos crescimentos anuais da videira verificados no sistema radicular, no tronco, nas varas, folhas, outros órgãos desenvolvidos durante o crescimento anual e a produção.

1. A poda tem um efeito depressivo sobre a capacidade produtiva da videira. A remoção de partes vivas da videira em qualquer momento diminui a capacidade produtiva da videira e o produtor ao podar concentra o vigor da videira nas unidades remanescentes, diminuindo o potencial vegetativo e produtivo da videira.
2. A produção de um ano influencia a produção dos anos seguintes: videiras que produzam muito num ano tendem a produzir menos no ano seguinte. Ainda, videiras

com muita produção tendencialmente produzem menos vegetação. O atempamento dos sarmentos é também favorecido por um vigor equilibrado.

3. A capacidade de uma videira varia directamente com o número de sarmentos que se desenvolvam. Uma videira podada severamente apresentará poucos sarmentos, com uma grande taxa de crescimento individual, embora esta videira seja ultrapassada em produção por uma que apesar de não apresentar uma taxa de crescimento tão elevada atinja uma área foliar superior.
4. O vigor dos pâmpanos de uma videira varia directamente com o número de pâmpanos e com a produção. Quanto menor o seu número e menor a produção maior o vigor e a taxa de crescimento individual de cada pâmpano. É a área foliar total e não a taxa de crescimento dos pâmpanos que permite a obtenção de um maior potencial produtivo.
5. Uma vez que a fertilidade varia com o vigor dos pâmpanos, situações de vigor desadequado, quer excessivo quer reduzido, originam situações desfavoráveis de fertilidade. Entre os limites considerados da boa prática comercial aumentos de vigor aumentam a fertilidade. Para além do limite, encontram-se por um lado as situações de excesso de carga e de produção e por outro o excesso de vigor e diminuição da fertilidade.
6. A expressão vegetativa da videira condiciona directamente a sua produção, uma vez que esta varia directamente com a dimensão e quantidade de hidratos de carbono de reserva. Assim uma videira bem desenvolvida, com grande estrutura apresenta maior capacidade para produzir que uma videira com pequena estrutura e pouca quantidade de reservas. O mesmo se aplica aos diferentes constituintes da planta, uma vara ou um braço bem desenvolvido terá capacidade para suportar maior carga à poda que um braço ou vara pouco desenvolvido e com poucas reservas.
7. Uma determinada videira, num determinado ano apenas consegue amadurecer correctamente uma determinada quantidade de uva, sendo esta condicionada pelo histórico e pelas condições envolventes. Produções acima da capacidade da videira originam efeitos nefastos, nomeadamente atraso da maturação, diminuição da concentração de açúcar, redução do crescimento vegetativo e deficiente formação dos olhos, prejudicando a produção do ano seguinte. A forma mais económica de evitar a sobreprodução e, normalmente utilizada pelos produtores, é a poda severa que limita a produção pela remoção de gomos, uma vez que a poda também diminui a capacidade da videira, a forma mais correcta de obter a produção adequada será através de podas menos severas e monda tão cedo quando possível.

Os efeitos da poda sobre a videira foram abordados por Winkler (1958) e Winkler *et al.* (1974) numa perspectiva que o próprio considerou inovadora, uma vez que estudou os efeitos da poda sobre o crescimento vegetativo da videira, com diferentes níveis de poda, eliminando os efeitos da produção ao remover as inflorescências antes da floração. Dessa forma, estabeleceu três modalidades: não poda, a poda comercialmente utilizada pelos produtores e poda severa, onde apenas retinha os olhos basais das unidades. Com este estudo demonstrou o efeito depressivo da poda sobre capacidade de crescimento e produção da videira, ou seja, quanto maior a intensidade de poda menor o número de sarmentos e cachos.

Esta maior capacidade de produção foi associada pelos mesmos autores ao número de folhas produzidas e à duração do período activo destas. Tendo demonstrado também que a menor remoção de lenha à poda leva a um desenvolvimento precoce das folhas e da área foliar total. O desenvolvimento foliar precoce das videiras nas quais a carga é maior foi também verificado por outros autores (Intrieri, 2001; Shultz, 2006; Martinez de Toda & Sancha, 1999), assim como a paragem de desenvolvimento da sebe dessas videiras demonstrou ser precoce na época (Intrieri, 2001), sendo referido próximo da floração (Rosseau, 2008) ou do pintor (Smithyman *et al.*, 1997).

A par do estudo em que compararam os efeitos da poda em videiras sem produção, Winkler (1958) e Winkler *et al.* (1974) compararam também os mesmos níveis de poda com diferentes níveis de produção. Focaram especificamente, a poda severa com a produção total, a poda manual com a produção total, videiras não podadas sem produção, videiras não podadas com parte da produção e videiras não podadas com a totalidade da produção. Com este ensaio concluíram que a influência da poda e da produção têm peso semelhante na diminuição do vigor. A maior capacidade das videiras para o crescimento vegetativo e produção é o resultado de uma maior quantidade armazenada de hidratos de carbono de reserva, originados pela maior área foliar que se encontra activa durante um maior período.

O mesmo autor considerou como compromisso mais favorável do ponto de vista vitícola a regulação da produção apenas pela monda, ou seja, videiras não podadas apenas com parte da sua produção potencial, sendo a restante suprimida ao surgir das inflorescências. Este tratamento originou o dobro da produção comparado com as videiras manualmente podadas e ainda uvas de melhor qualidade, simultaneamente este tratamento apresentou o maior crescimento vegetativo de todos os tratamentos com produção.

2.4.3 Carga à poda

Segundo Castro *et al.* (2006) a carga à poda é o número de olhos por unidade de área e é um dos factores fundamentais que influencia o número e o crescimento dos sarmentos, a área foliar, o microclima do coberto e o número de cachos e seu peso. Torna-se um indicador interessante se for considerado por unidade de área, como por exemplo olhos por hectare.

Segundo os mesmos autores uma carga excessiva promove muitos sarmentos com pouco desenvolvimento e um grande número de cachos, podendo resultar numa maturação deficiente, num mau atempamento das varas e num enfraquecimento da videira. No outro extremo uma carga reduzida provoca um reduzido número de cachos e sarmentos conduzindo a um excesso de vigor e grande desenvolvimento de ladrões. A competição originada prejudica a produção do ano assim como a diferenciação floral e a produção do ano seguinte.

2.5 Poda Mecânica

Tendo em conta a actual vulgarização da vindima mecânica podemos considerar, nesse caso, a poda como operação que mais tempo consome na exploração vitícola (Intrieri & Poni, 1995; Possingham, 1996; Martinez-De-Toda & Sancha, 1999; Clingeleffer & Krake, 2002; Zabadal *et al.*, 2002; Poni *et al.*, 2004; Shultz & Weyand, 2005; Clingeleffer, 2005; Rousseau *et al.* 2008). De acordo com Martinez-De-Toda & Sancha (1999) em Espanha, num modelo de viticultura de baixas produções (cerca de 5 ton. /ha) a poda ocupa cerca de 30% das necessidades totais de mão-de-obra. Segundo Intrieri (1995) em Itália quer em planícies férteis e vinhas de altas produções, quer em vinhas de encosta com produções mais moderadas a percentagem de mão-de-obra associada à poda é igual, sendo cerca de 36% das necessidades totais de mão-de-obra.

A mecanização da poda pode ser observada segundo duas perspectivas:

- Mecanização parcial, onde se inclui a utilização de tesouras assistidas, por sistemas pneumáticos ou eléctricos, a pré-poda mecânica com acabamento manual e a combinação de ambos os sistemas: pré-poda mecânica com a utilização de tesouras assistidas.
- Mecanização total onde se enquadram os sistemas de poda em sebe e de poda mínima sem correcção ou acabamento manual.

A motivação conducente à pesquisa sobre sistemas de mecanização da poda foi diversa mas a redução ou optimização de custos era um objectivo transversal (Freeman *et al.*, 1981; Morris & Cawthon, 1981; Clingeffer, 1988; Reynolds, 1988; Sims *et al.*, 1990; Clingeffer & Krake, 1992; Morris, 1993; Reynolds & Wardle, 1993; Andersen *et al.*, 1996; Possingham, 1996; Morris, 2001; Clingeffer *et al.*, 2005; Rousseau *et al.*, 2008; Shultz & Weyand, 2005), associado à escassez e elevado custo da mão-de-obra especializada. Segundo Possingham (1996) cerca de 90% das uvas para vinho na Austrália são vindimadas mecanicamente e cerca de 70% é alvo de alguma forma de poda mecânica, sendo a redução dos custos de produção a principal motivação deste nível de mecanização.

Outra questão impulsionadora de vários estudos sobre mecanização da poda foi a queda do valor comercial das uvas de videiras não viníferas. Este factor levou os seus produtores a necessitarem de reduzir os custos de produção de forma a assegurarem a viabilidade das explorações (Reynolds, 1988; Sims *et al.*, 1990; Reynolds & Wardle, 1993; Andersen *et al.*, 1996). A questão da globalização do mercado do vinho é também citada como responsável pela necessidade de optimizar a produção e os custos associados de forma a poder competir no mercado global de vinho (Shultz & Weyand, 2005).

Independentemente da motivação para procurar desenvolver sistemas mecanizados de poda uma preocupação é sempre fundamental, a qualidade das uvas produzidas têm se enquadrar nos objectivos pretendidos, quer seja para a produção de doces, sumo (Morris & Cawthon, 1981; Sims *et al.*, 1990; Morris, 1993; Andersen *et al.*, 1996) vinho (Freeman & Cullis, 1981; Clingeffer, 1988; Reynolds, 1988; McCarthy & Ciriaco, 1990; Reynolds & Wardle, 1993; Intrieri *et al.*, 2001; Morris, 2001; Poni *et al.*, 2004; Shultz & Weyand, 2005; Clingeffer *et al.*, 2005; Rousseau *et al.*, 2008; Deloire *et al.*, 2004) ou passas (Clingeffer, 2000), uma vez que a valorização comercial dos produtos não obedece exclusivamente à quantidade produzida mas também à qualidade da produção.

A adopção generalizada de sistemas de poda mecanizada em diversas regiões com condições diferentes não teve um impacto negativo na qualidade do vinho excepto nos locais onde as produções excederam a capacidade da videira para produzir (Clingeffer, 2000).

2.6 Tipos de poda mecânica

2.6.1 Poda em Sebe

2.6.1.1 Princípios da poda em sebe

Em geral uma casta adapta-se bem à poda em sebe quando a qualidade não é significativamente prejudicada comparativamente com a poda convencional. A adaptação consegue-se quando se atinge um equilíbrio tal que o aumento de produção provocado pelo aumento de carga é superado pela eficiência da copa (Poni *et al.*, 2004)

A poda em sebe aumenta as produções comparando com a poda convencional, principalmente devido a um aumento do número de cachos (Freeman & Cullis, 1981).

Num estudo sobre a evolução integrada dos sistemas de condução e da mecanização Intrieri & Poni (1995) demonstraram a necessidade de uma evolução e adaptação comum da mecanização às vinhas e das vinhas às máquinas. Nesse estudo, a capacidade de auto-regulação das videiras foi verificada após um primeiro ano com produção maior por parte da poda mecânica. As produções igualaram-se em quantidade e qualidade por um período de seis anos através da diminuição do abrolhamento, da fertilidade e do peso dos cachos nas videiras podadas mecanicamente.

2.6.1.2 Objectivos da poda em sebe

Tal como referido anteriormente foi a redução de custos e a indisponibilidade ou os elevados custos da mão-de-obra que levaram os produtores e investigadores a desenvolver sistemas de produção que permitissem mecanizar as várias operações entre as quais, a poda.

2.6.1.3 Sistemas de poda em sebe

Em 1981 Freeman & Cullis propuseram e compararam três formatos diferentes de sebe: uma triangular, uma quadrada e uma rectangular descentrada para lados opostos em anos alternados. Estas diferenças na posição e distância ao cordão foram consideradas como necessárias para garantir o tamanho adequado das unidades de frutificação. Embora não o tenham comprovado nos 5 anos de estudo a sebe triangular apresentou resultados progressivos ao longo dos anos.

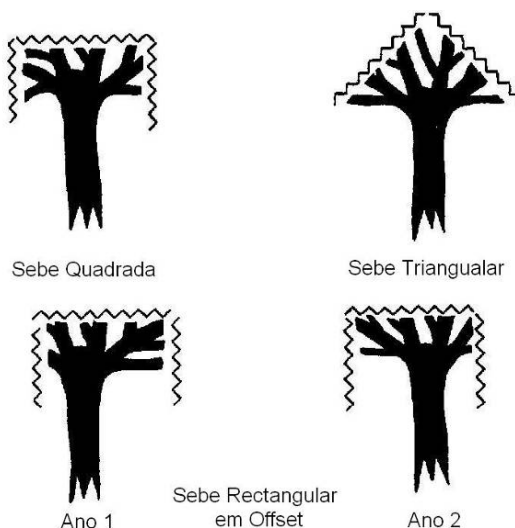


Figura 2.4 – Esquema dos cortes das sebes (adaptado de Freeman & Cullis 1981).

Sims *et al* (1990) estabeleceram a sebe num cordão quadrilateral adaptado a um sistema de duplo cordão análogo ao Genève Double Curtain (GDC) que podiam ser podadas anualmente com um sistema de barras de corte horizontais e verticais montadas no tractor.

O sistema GDC modificado por Intrieri & Poni (1995) era podado por um sistema de barras de corte horizontais e verticais que permitia cortar os sarmentos no plano horizontal e vertical e do lado interior e exterior de cada um dos cordões. Erros dos operadores, irregularidades do terreno e a variação da posição e desenvolvimento dos sarmentos provocam irregularidades no corte, que resultam no desenvolvimento de um cordão de forma sinusoidal favorecendo a existência de unidades mais curtas e mais longas. O sistema GDC em “Y” foi alterado para um formato com os braços em “T” que se demonstrou essencial para a mecanização da poda.



Figura 2.5 – Forma sinusoidal do cordão após o corte (adaptado de Intrieri & Poni 1995).

Num ensaio em Portugal (Lopes *et al.*, 1995), na região do Cartaxo, a poda em sebe foi instalada num Monoplano Vertical Ascendente podado em cordão Royat bilateral e foi realizada com a passagem de uma pré-podadora. Devido a orientação vertical ascendente esta operação permite um corte adequado dos sarmentos.

A cultivar Croatina é uma variedade com pouca fertilidade dos gomos basais e é tipicamente sujeita a poda longa, estando instalada numa forma de condução alta, 1,7 m acima do solo sem outros arames que o de formação do cordão permitindo que a poda mecânica seja efectuada por uma unidade com barras de corte em forma de “U” invertido, podendo regular a distância dessas barras de corte ao cordão (Poni *et al.* 2004).

2.6.1.4 Efeitos da poda em sebe

O ensaio de poda em sebe de Freeman & Cullis (1981) originou alguns resultados interessantes. Os autores afirmaram a desnecessidade de poda manual de correcção. Para a casta Cabernet Sauvignon a sebe triangular produziu mais do que a poda convencional e as outras sebes sem reduzir o peso por cacho. Todas as modalidades de sebes apresentaram um aumento do número de pâmpanos e de cachos mas, as sebes rectangulares apresentaram uma diminuição do peso por cacho.

Num ensaio com a variedade Concord (*Vitis lambrusca* L.) (Morris & Cawthon, 1981) em que compararam poda manual, poda mecânica com correcção manual e poda mecânica obtiveram resultados insatisfatórios com a poda mecânica, uma vez que a qualidade do sumo não cumpria os requisitos de qualidade necessários para a indústria em nenhum dos seis anos de estudo, além deste facto verificaram também reduções de produção nas modalidades podadas mecanicamente sem correcção manual de tal forma que após o primeiro ano não produziam mais que a poda manual.

Reynolds (1988) comparando diferentes sistemas de condução sujeitos a poda convencional e a poda mecânica simulada (PMS) em Okanagan Riesling (*Vitis* sp.) na Columbia Britânica verificou que independentemente do sistema de condução a PMS aumentou as produções, o número de pâmpanos por videiras, a exposição dos frutos, reduzindo o peso por cacho, o n.º de bagos por cachos, o peso dos bagos, o °Brix, a acidez total e a densidade da copa. O autor refere que formas de condução com cordão alto potenciam a PMS.

A comparação de três modalidades de poda que foi levada a cabo por Clingeleffer (1988) incidiu sobre a poda em sebe, a poda mínima (MCPT – Minimal Pruning of Cordon Trained vines) e poda a talão. A produção média de 4 anos da poda em sebe foi superior às duas outras modalidades sendo que, o peso dos bagos era menor nas modalidades em sebe e MCPT. Quanto à qualidade da produção o autor indica que as diferenças são insignificantes e que apenas o MCPT apresenta um ligeiro atraso de maturação em cerca de 3 a 4 dias que o autor considera insignificante em termos comerciais.

Lopes *et al.* (1995) verificaram que a maior carga à poda da modalidade mecânica originou uma redução significativa da taxa de abrolhamento e da fertilidade, apesar de a carga na

poda mecânica ser distribuída por um maior número de unidade de frutificação. As avaliações que efectuaram da actividade fisiológica não demonstraram efeitos significativos da modalidade sobre a taxa fotossintética medida ao meio-dia solar ou sobre o potencial hídrico foliar de base. Quanto à produção e qualidade do mosto a primeira é significativamente superior na modalidade mecânica enquanto a segunda não apresenta diferenças significativas para a quantidade de açúcar, a acidez total, antocianinas totais ou compostos fenólicos totais, apresentando apenas uma diferença significativa para o pH num dos dois anos em estudo. Ao nível da área foliar a diferença entre modalidades não foi significativa embora, as contribuições fossem diferentes: a poda mecânica tinha mais folhas principais mais pequenas e menos folhas das netas, enquanto a poda manual apresentava menos folhas principais maiores e mais folhas das netas.

A influência da PMS, da poda manual (PM) e de PMS alternada com PM em anos consecutivos na produção e qualidade das variedades Noble e Welder de *Vitis Rotundifolia* foi estudada por Andersen *et al.* (1996). Com esse estudo puderam concluir que durante um período de seis anos a PMS não reduziu a produção ou qualidade comparando com a PM, contudo, ao longo do ensaio a produção tendeu a decrescer e para a variedade Welder apresentou alguma variabilidade. A PMS alternada com PM induziu alternância de produção e por isso os autores não a consideraram uma alternativa viável.

Ao estudarem a nutrição mineral, produção e qualidade de videiras da casta Berbera conduzidas em cordão vertical ascendente ou em cordão simples retombante, ambos em poda mecânica e manual Bovio & Lisa (1996) verificaram que a poda mecânica induzia menor área por folha comparando com a poda manual. Quando comparando o cordão ascendente com o retombante, o segundo apresentou folhas mais pequenas para ambas as modalidades de poda. Relativamente à produção e qualidade as videiras podadas mecanicamente produziram maior quantidade mas, com menor graduação alcoólica e maior acidez total. A orientação ascendente ou descendente da vegetação parece afectar mais a concentração de elementos minerais do que o sistema de poda, sendo que o cordão vertical ascendente apresenta maiores concentrações de Potássio (K) e Fósforo (P) e esta maior concentração é considerada pelo autor como favorável à qualidade.

Num estudo sobre a influencia da configuração da copa no desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade das uvas da variedade híbrida Seyval blanc, Smithyman *et al.* (1997) comparando dois níveis de carga à poda e a poda em sebe, verificaram uma taxa de abrolhamento muito menor na poda em sebe (50% vs 85%). Relativamente ao desenvolvimento foliar Smithyman *et al.* (1997) verificaram um desenvolvimento precoce da copa na poda em sebe, sendo que a área foliar da poda em sebe estava assente em mais

pâmpanos com menos folhas por pânpano do que as modalidades podadas. O desenvolvimento foliar da poda em sebe após o pintor foi muito menor do que nas outras modalidades devido ao insignificante desenvolvimento de folhas de netas, sugerindo os autores que as folhas responsáveis pela produção dos fotoassimilados durante a maturação e atempamento da madeira fossem mais velhas e menos eficientes. Os autores não encontraram vantagens na poda em sebe sobre a modalidade de maior carga que permitia preencher de forma adequada a copa, produziu maior quantidade, teve menos incidência de *Botrytis cinerea* e desenvolveu uma melhor exposição aos cachos, consideraram ainda que a maturação da uvas da poda em sebe se fez a expensas da qualidade do atempamento da madeira.

Num ensaio de longa duração em Rioja Alta em Espanha, Martinez-de-Toda & Sancha (1999) compararam o comportamento da casta Grenache não regada em poda mecânica e em poda manual durante 11 anos. A poda mecânica originou um aumento significativo da produção média sem alteração significativa do teor de sólidos solúveis, sugerindo que a poda mecânica é uma opção viável de redução de custos de produção sem alteração da qualidade do produto final. A área foliar apresentou um desenvolvimento precoce na poda mínima, sendo cerca do triplo na poda em sebe comparativamente à poda manual à floração e cerca do dobro à vindima.

A adaptação da casta com baixa fertilidade dos gomos basais Croatina à poda em sebe foi testada por Poni *et al.* (2004) através de diferentes níveis de poda mecânica e de correcção manual. A taxa de abrolhamento das modalidades em sebe foi mais baixa do que a poda manual na média dos quatro anos do ensaio e, inversamente proporcional à carga à poda. Existe uma relação clara entre a produção e a carga à poda, sendo a taxa de abrolhamento a principal resposta da videira ao aumento de carga, uma vez que a fertilidade dos sarmentos não se alterou significativamente. Os autores consideram a poda mecânica uma forma interessante de avaliar o equilíbrio do potencial produtivo e a carga à poda associada a esse equilíbrio. Apenas a modalidade com maior carga apresentou uma redução dos sólidos solúveis e das antocianinas totais para valores abaixo do pretendido.

2.6.1.5 Carga à poda

A carga à poda na poda em sebe é normalmente avaliada em função da distância do corte relativamente ao cordão ou à estrutura permanente. A título de exemplo Freeman & Cullis (1981) quantifica a carga à poda enquanto uma distância do corte ao cordão, no caso, 50 mm para a casta Cabernet Sauvignon e 70 cm para a casta Doradillo, Clingeleffer (1988) simula a poda em sebe com cortes a 100 mm do cordão na horizontal e vertical e Egipto (1997) descreve uma alteração na intensidade de poda comparativamente ao ano anterior

ao ensaio, sendo as dimensões apresentadas de respectivamente 40 cm de largura por 22 cm de altura alterado para 30 cm de largura por 20 cm de altura.

2.6.2 Poda Mínima

2.6.2.1 Princípios da poda mínima

Acerca da poda mínima é referido em Clingeleffer (2000) que mais de vinte anos de ensaios de poda mínima demonstraram a capacidade da videira para, através da auto-regulação, manter a sua forma, produtividade e qualidade de produção.

A não poda induz um maior equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da videira, contudo, na ausência de monda de inflorescências a produção era elevada mas de fraca qualidade (Winkler *et al.*, 1974).

Clingeleffer (1988), com base nos estudos de Winkler *et al.* (1974) propôs demonstrar a hipótese de a poda convencional limitar a produção de Sultana, podendo as videiras não podadas produzir mais do que as videiras podadas. Os resultados que obteve demonstraram que a poda além de desnecessária é contraproducente. As videiras não podadas produziram significativamente mais (60%), excepto no ano da conversão, sem alteração significativa da qualidade da produção (°Brix, pH, Acidez Total).

No estudo que desenvolveu, Clingeleffer (1988) baseou-se em duas vinhas com condições distintas: uma vinha jovem com material seleccionado e uma vinha velha, no final da sua vida útil. Em ambos os casos a produção foi aumentada pela poda em sebe. A produção da vinha jovem permitiu estabelecer uma correlação forte com as médias anuais de produção do distrito, facto que não ocorreu para a poda convencional, permitindo inferir que a poda convencional limitava a produção a um patamar constante de ano para ano.

É sugerido que o aumento do potencial produtivo das videiras em poda mínima se deva ao aumento da área foliar, uma vez que os seus rácios de produção por área foliar ainda se encontra acima do valor de área foliar por unidade de produção considerado adequado (Clingeleffer, 1984; Winkler, 1958).

2.6.2.2 Objectivos da poda mínima

A poda mínima permite obter um compromisso interessante para a produção de vinho, uma vez que está bem adaptada à vindima mecânica, diminui os custos de poda, optimiza a produção e pode ser utilizada para controlar vigor excessivo (Clingeleffer & Krake, 1992)

Outros objectivos da poda mínima serão; obter videiras com cachos mais pequenos, com boa exposição, distribuídos pela superfície da copa, com bagos mais pequenos, com possibilidade de colheita mecânica facilitada, com níveis adequados de açúcar e com fácil controlo das doenças criptogâmicas, ex. *Botrytis cinerea* (Clingeleffer, 2000).

2.6.2.3 Sistemas de poda mínima

Um sistema de condução apenas com um arame alto ou com dois arames é habitualmente utilizado em poda mínima, sendo as videiras deixadas sem outra poda além da que a que é feita para evitar que os sarmentos atinjam o chão (Clingeleffer *et al.*, 2005).

O primeiro passo para desenvolver o sistema MCPT (Minimal Pruning of Cordon Trained vines) é formar um cordão bilateral ou quadrilateral num sistema vertical com arames a aproximadamente 1,4 e 1,8 metros do solo ou com apenas um arame a aproximadamente 1,8 metros do chão (Possingham, 1996).

Videiras em poda mínima foram formadas em cordão a cerca de 1,4 m, sendo podados apenas os sarmentos com crescimento horizontal ou retombante. (McCarthy & Cirami, 1990)

2.6.2.4 Carga à poda

Na poda mínima a carga à poda é principalmente determinada pelo atempamento dos pâmpanos. Todos os olhos de pâmpanos devidamente atempados e não se situem próximos do solo constituirão a carga à poda da época seguinte (Clingeleffer, 2000).

A carga à poda das videiras é autoregulado pela abscisão dos pâmpanos imaturos durante o Inverno. Após duas épocas a videira atingiu um equilíbrio entre crescimento e produção e as correcções de Inverno não foram mais necessárias uma vez que os pâmpanos não desciam abaixo do cordão (Clingeleffer & Krake, 1992).

2.6.2.5 Efeitos da poda mínima

As videiras não podadas observadas por Clingeleffer (1988) apresentavam sarmentos mais curtos, com entrenós mais curtos, e de menor diâmetro que os sarmentos normalmente seleccionados na poda convencional, tendo Intrieri *et al.* (2001) descrito crescimento semelhante.

A auto-regulação do crescimento dos sarmentos devido a poda mínima é prejudicada pela poda, uma vez que os cortes induzem o vigor individual dos sarmentos e aumentam a cada a inverno a necessidade de podar (Clingeleffer, 1984).

O desenvolvimento foliar das videiras em poda mínima é mais do que na poda convencional devido ao elevado número de sarmentos que abrolham na poda mínima, apesar da sua reduzida taxa de abrolhamento (Clingeleffer, 1984; Intrieri *et al.*, 2001; Weyand & Shultz, 2006a).

A diferente capacidade demonstrada por videiras com diferentes níveis de poda é explicada pelo número de folhas e pela duração destas. Quanto menos estruturas forem removidas à poda mais rapidamente se desenvolverão as folhas e maior será a área foliar total atingida ao longo do ano (Winkler, 1958; Intrieri *et al.*, 2001). Acerca da área foliar Intrieri *et al.* (2001) acrescenta ainda que além do desenvolvimento precoce na época da copa das videiras em poda mínima, as folhas jovens desta copa aparentam maiores taxas fotossintéticas quando comparadas com as videiras da poda convencional. Uma explicação que aponta tem que ver com o número de dias que demoram a atingir o tamanho máximo, que é bastante maior na poda mínima, podendo essa menor taxa de crescimento estar associada a menores perdas por respiração.

De forma a determinar se a produção potencial de clones sujeitos a um estudo de longa duração em Barossa Valley, no sul da Austrália, estava mascarada pelos métodos de poda tradicionais McCarthy & Crami (1990) implementaram a poda mínima em quatro variedades de uva para vinho: Shiraz, Riesling, Malbec e Semillon:

- Na Shiraz a poda mínima não teve efeito significativo na quantidade da produção, mas resultou numa diminuição do °Brix, maior acidez total e menor pH, comparando com a poda convencional a diferença de produção entre clones não é significativa, sendo sugerido pelo autor que os clones de Shiraz existentes na Austrália apresentam pouca variabilidade genética.
- Na casta Riesling não havia diferença significativa de produção entre clones na poda convencional, havendo diferença significativa na poda mínima, ficando expresso o efeito limitante da poda convencional. A produção da poda mínima era significativamente maior, surgindo diferenças significativas entre clones; o aumento da produção originou uma diminuição do °Brix; A poda mínima originou cachos menos compactos, com menos bagos e com bagos mais pequenos.
- Na Malbec a poda mínima resultou num aumento da produção de 50%, sendo todos os clones mais produtivos em poda mínima do que em poda convencional; o °Brix e o pH diminuíram, enquanto a Acidez Total aumentou; o número de cachos foi cerca de três vezes maior na poda mínima mas o peso dos cachos e dos bagos foi significativamente menor.

- Na Semillon a poda mínima elevou a produção média, embora não tanto como as outras castas, inclusivamente, o clone mais produtivo da poda convencional não produziu mais em poda mínima; as diferenças de °Brix, pH e acidez total não foram significativas; a poda mínima deu origem a mais cachos menos compactos.

Para níveis semelhantes de produção as videiras de poda mínima originaram uvas com °Brix inferior relativamente às videiras podadas convencionalmente (McCarthy & Cirami, 1990).

O Cabernet Franc irrigado adaptou-se sem grandes alterações ao sistema MCPT (Clingeleffer & Krake, 2002). Além de uma ligeira tendência para aumentar a produção o sistema permitiu às videiras um correcto equilíbrio entre frutificação e vegetação que obviou a necessidade de poda; Após cinco anos de ensaio as videiras apresentavam um vigor semelhante ao que apresentavam no início do ensaio. As videiras em poda mínima apresentavam cachos mais pequenos, espalhados por toda a copa, com bagos cerca de 30% menores e mais pâmpanos que eram mais pequenos e leves que os da poda convencional; quanto à qualidade da produção verificaram um ligeiro atraso na acumulação de açúcar sem significado nas condições comerciais. Os autores confirmam o potencial da poda mínima na comparação do potencial produtivo e vegetativo de diferentes clones.

Num estudo com a casta Sangiovese em Itália Intrieri *et al.* (2001) obtiveram valores de cerca do dobro da produção, sendo esta composta por mais cachos, com aproximadamente o mesmo número de bagos, embora mais pequenos. A produção não foi constante ao longo dos três anos de estudo apresentando a vinha alternância na produção. Por esse motivo a qualidade foi também variável. Os autores referem ainda a dificuldade de atingir o equilíbrio na poda mínima desta variedade com elevada fertilidade e com maturação média a tardia. Apesar das dificuldades, é realçada a importância de tentar encontrar o equilíbrio na poda mínima com a casta Sangiovese de forma a tentar tirar partido de uma característica da poda mínima que verificaram: a menor compactidade dos cachos.

Como efeitos negativos da poda mínima Clingeleffer *et al.* (2005) enunciaram o atraso da maturação no momento de colheita e, a longo prazo, o desenvolvimento de uma estrutura de madeira velha muito grande e incompatível com algumas máquinas de vindima.

Os efeitos da poda mínima no vigor da videira encontrados por Rousseau *et al.* (2008) foram os seguintes:

- Sarmentos pequenos;
- Uma folhagem mais pálida;

- Bagos mais pequenos (a diferença aparece muito cedo, desde o fecho dos cachos os bagos são mais pequenos);
- Uma paragem precoce do crescimento;
- Menor fertilidade dos sarmentos (menos cachos, mais pequenos e, nenhuns cachos das netas).

Os mesmos autores referem ainda que em situação fértil, na ausência de controlo de vigor pelo enrelvamento, a poda mínima conduz a uma sobreprodução muito elevada podendo originar um microclima na videira favorável à instalação de doenças criptogâmicas e dificultando uma correcta maturação da uva.

Relativamente aos componentes da produção Rousseau *et al.* (2008) referem que o número de cachos é mais elevado, os cachos são mais leves e menos compactos, o número de bagos por cacho é mais baixo e os bagos são mais pequenos. Numa fase inicial de sobre produção a casta Syrah em poda mínima em situação fértil bloqueou a maturação, ficando com um grau alcoólico bastante abaixo da poda convencional, tendo os autores considerado os vinhos provenientes da poda em sebe frutados e ligeiros, bem adaptados ao mercado de entrada de gama.

De forma a obter maturações adequadas é muitas vezes, especialmente em climas frios, necessário recorrer a reduções de produção, normalmente através de mondas de cachos ou bagos (Winkler, 1958, Winkler *et al.*, 1974, Zabadal *et al.*, 2002, Clingeleffer *et al.*, 2005, Weyand & Shultz, 2006b, Petrie & Clingeleffer, 2006).

É possível executar essa monda através de diferentes procedimentos e com diferentes resultados: Zabadal *et al.* (2002) aplicaram uma solução de nitrato de amónio em plena floração, Petrie & Clingeleffer (2006) compararam a monda mecânica com a monda manual, em ambos os casos a produção das modalidades mondadas diminui comparativamente com a modalidade não mondada mas os resultados dos diferentes autores divergem: Zabadal *et al.* (2002) não encontraram vantagem na poda mínima, mesmo com a monda comparativamente à modalidade manual, por outro lado Petrie & Clingeleffer (2006) obtiveram resultados vantajosos nas duas modalidades de monda comparativamente a testemunha, tendo ainda constatado que os danos provocados pelos batedores nos cachos não era significativos e que a qualidade, medida pelo aumento das antocianinas e da concentração de açúcar, aumentou com a monda mecânica.

3. Material e Métodos

3.1 *Caracterização do campo de ensaio*

3.1.1 Localização

A vinha onde está instalado o ensaio integra a Quinta da Aguieira, propriedade da empresa Sociedade dos Vinhos Borges S.A., localizada na freguesia da Aguieira, concelho de Nelas. A propriedade encontra-se aproximadamente a 40°32' de Latitude Norte e 7°55' de Longitude Oeste e tem uma altitude média de 355 metros acima do nível do mar. Esta localização enquadra-se na Região Demarcada do Dão, mais precisamente na sub-região de Terras de Senhorim.

3.1.2 Caracterização da vinha e condições edafo-climáticas

A vinha do ensaio foi instalada em 1995 após uma profunda sistematização do terreno que permitiu uma mancha de vinha com declive e orientação homogéneas e bastante diferente das condições clássicas da viticultura do Dão. A vinha estende-se por uma mancha contínua, com raros afloramentos rochosos e apresentando um declive médio de aproximadamente 6% sendo a exposição Sul e a orientação das linhas Norte – Sul.

O encepamento inclui diversas castas típicas da região, nomeadamente: Touriga Nacional (ver capítulo 3.1.3.1), Tinta Roriz, Jaen e Trincadeira nos tintos e Encruzado no branco. A casta na qual está instalado o ensaio é a Touriga Nacional, casta comumente considerada como a casta tinta mais nobre do Dão e uma das mais importantes a nível nacional.

A área total de vinha é de aproximadamente 58ha, a parcela onde se encontra instalado o ensaio tem aproximadamente 2,8 ha de Touriga Nacional enxertada em 1103 Paulsen (ver capítulo 3.1.3.2) e conduzida em LYS.

O solo, como é comum na região, é constituído por granito porfíroide, apresentando uma textura grosseira, com baixa capacidade de retenção de água. De acordo com Loureiro & Cardoso (1993) este granito é essencialmente constituído por quartzo leitoso, grandes cristais de feldspato rosado ou cinzento e micas geralmente negras.

Segundo Loureiro & Cardoso (1993) a região do Dão é demasiado pequena para que nela se possam sentir diferenças climáticas muito acentuadas. O seu clima é temperado, com Verões quentes e secos e Invernos pluviosos e moderadamente frios. Nesta região o equinócio de Outono marca, em regra, o fim do tempo quente e sem chuva começando-se a

sentir o abaixamento da temperatura e a ver nos céus os primeiros tons de cinzento. Nos fins de Setembro, princípios de Outubro, surgem por vezes, aguaceiros de extrema violência, que podem eventualmente comprometer o êxito da colheita.

3.1.3 Caracterização do material vegetal

3.1.3.1 A casta

A casta Touriga Nacional é muito antiga, originária do Dão e do Douro sendo também designada no Dão por Tourigo ou Preto Mortágua. A sua presença além destas duas regiões deve-se essencialmente aos resultados da selecção clonal e à escolha de clones melhorados que levaram a Touriga Nacional do seu berço para todo o país e algumas regiões vitícolas da Austrália e África do Sul (Magalhães, 2008).

A Touriga Nacional é umas das mais nobres entre as castas portuguesas e tem sido alvo de diversos estudos que visam compreender o seu comportamento vitícola e enológico, visando potenciar a produção de vinhos de elevada qualidade (Coutinho, 2005).

No final do século XIX a Touriga Nacional representava cerca de 90% do encepamento do Dão, representando actualmente cerca de 6%. Esta diminuição deveu-se em parte às baixas produtividades dos materiais tradicionais que apresentavam elevada incidência de desavinho mas também às técnicas culturais desadequadas como a utilização do porta-enxerto Aramon e sistemas condução pouco propícios a uma distribuição espacial adequada dos sarmentos. A introdução dos materiais clonais seleccionados, associada a técnicas culturais adequadas permite actualmente ao produtores obter rendimentos satisfatórios com elevados níveis de qualidade (Pedroso *et al.*, 1990; Pedroso *et al.*, 1995; Castro, 1997; Pedroso *et al.*, 1998; Castro *et al.*, 2007; Pedroso *et al.*, 2007).

Segundo Böhm (2007) a Touriga Nacional é uma casta de máximo valor enológico em zonas quentes onde o autor a considera casta-piloto e lhe atribui elevada intensidade da cor, do aroma e complexidade. A sua qualidade é prejudicada por reduzida insolação, indisponibilidade hídrica ou escaldão. Os clones mais recentes, muito produtivos, podem provocar desequilíbrios na planta se níveis adequados de produção não forem respeitados nos anos iniciais da vinha. Relativamente às qualidades enológicas Böhm (2007) apresenta valores médios para alguns indicadores que se encontram resumidos na tabela baixo.

Parâmetros	Valores indicativos
Grau álcool provável	Elevado – 14% vol.
Acidez natural do mosto	Média – alta: 4,5 a 6 g/L
Antocianas totais	1290 – 1590 mg/L de malvidina
Índice de polifenóis totais (280 nm)	50 – 80
Intensidade de cor do vinho	10 – 20
Tonalidade	0,6 – 0,8
Capacidade de envelhecimento	Muito elevada, particularmente em madeira

Quadro 3.1– Parâmetros qualitativos e valores indicativos para Touriga Nacional (adaptado de Böhm 2007)

Relativamente ao potencial agronómico Böhm (2007) considera que a casta se adapta a qualquer sistema de condução desde que se considere os seus hábitos de vegetação, tendo em conta o seu porte retombante e, se ajuste o vigor. Quando aos solos, clima, compasso e porta-enxertos o autor apresenta a casta como muito versátil, adapta-se a todos os tipos de solo, quanto ao clima exige elevada insolação e calor, adapta-se a qualquer compasso e requer porta-enxertos menos vigorosos e devidamente adaptados ao solo.

Relativamente ao potencial vegetativo é uma casta de vigor elevado, porte retombante, entrenós médios a curtos, média a elevada tendência para o desenvolvimento de netas, elevada frequência de abrolhamentos múltiplos em poda curta, índice de fertilidade muito elevado, produtividade média a elevada em clones e elevada estabilidade e homogeneidade da produção em clones (Böhm, 2007).

Segundo Brites & Pedroso (2000) os bagos típicos da casta são pequenos, com muitas grainhas de natureza herbácea e uma película rija e difícil de destacar.

O vinho monovarietal de Touriga Nacional é normalmente caracterizado por apresentar uma componente aromática impar para um vinho tinto, apresentando aromas florais intensos nomeadamente, notas de violeta, flor de bergamota ou esteva (Brites & Pedroso, 2000; Coutinho, 2005; Böhm, 2007; Pinho *et al.*, 2007). De acordo com Pinho *et al.* (2007) os vinhos monovariais de Touriga Nacional apresentam maiores níveis de compostos

terpénicos livres, de entre os quais os autores consideraram o linalol como um dos maiores responsáveis pelo aroma varietal da casta.

3.1.3.2 O porta-enxerto

O porta-enxerto no qual está instalada a casta em estudo no ensaio é o 1103P, que é resultante de um cruzamento de Berlandieri com Rupestris por Paulsen e originário da Sicília. É um porta-enxerto com boa adaptação a climas quentes e secos (Magalhães, 2008), apresentando as vantagens sobre o 110R de ter melhor resposta à multiplicação por estaca e à enxertia, um desenvolvimento precoce e menor sensibilidade a solos húmidos (Reynier, 1986). Resistente à filoxera, ao calcário activo (17%) e com um elevado índice de poder clorosante é um porta-enxerto vigoroso.

A sua adaptação a solos pesados, com elevados teores de argila é boa (Reynier, 1986), apresenta uma certa tolerância a solos de reacção ácida e de baixa fertilidade, a sua resistência à secura é elevada e a tolerância à humidade é mediana a boa (Magalhães, 2008; Castro *et al.*, 2007).

Este porta-enxerto está bastante disseminado por Portugal, apresentando bons resultados com a maioria das castas, excepção feita à casta Aragonês na qual pode induzir sobreprodução e abaixamento brusco da qualidade da produção (Castro *et al.*, 2007) e ainda porque ambos apresentam sensibilidade à deficiência no microelemento Boro (Magalhães, 2008).

Apesar da homogeneidade dos solos existentes no Dão a orografia influencia de forma significativa a capacidade de retenção de água e portanto a disponibilidade desta para o crescimento da planta (Pedroso *et al.*, 2007). A tradicional viticultura de sequeiro da região implica uma eficaz colonização do solo por parte do porta-enxerto de forma a reduzir ou evitar a incidência de stress hídrico sobre as videiras no período estival, facto de maior importância com a casta Touriga Nacional que apresenta grande sensibilidade ao stress hídrico (Pedroso *et al.*, 2007). Os resultados encontrados por Pedroso *et al.* (2007) permitiram-lhes concluir que a casta Touriga Nacional enxertada em 1103P se encontra bem adaptada ao “terroir” garantindo uma boa relação rendimento/ qualidade.

3.2 Delineamento experimental

Este trabalho incidiu sobre a casta Touriga Nacional instalada no sistema de condução LYS. A parcela em estudo tem 72 linhas marcadas com aproximadamente 130 videiras cada. Assim sendo, na modalidade poda manual existem 6240 videiras, das quais 160 estão marcadas individualmente, na poda em sebe existem 3120 videiras das quais 80 estão

marcadas. As modalidades estão organizadas em blocos de 12 linhas, perfazendo portanto 6 blocos. Estes 6 blocos correspondiam a duas repetições de 3 modalidades diferentes, poda manual que não sofreria monda de cachos, poda manual que iria sofrer monda de cachos e poda em sebe. As videiras foram marcadas em linhas que não são de bordadura, pareadas e em número de 10 por linha, de forma a tornar expedita a colheita dos dados.

Uma vez que 2008 foi um ano de baixas produtividades devido às chuvas ocorridas à floração que levaram a algum desavinho, optou-se por não mondar as videiras, facto que levou à eliminação da modalidade poda manual com monda e que permitiu agrupar esta modalidade com a poda manual sem monda, uma vez que a única diferença seria a monda.

Os dados de carga à poda, abrolhamento e fertilidade foram recolhidos apenas numa parte das videiras marcadas devido à morosidade da colheita de dados, principalmente da fertilidade da poda em sebe, portanto foram recolhidos em duas linhas não contíguas por repetição na poda em sebe e em onze linhas nas repetições das modalidades de poda manual.

REPETIÇÃO II			REPETIÇÃO I		
12 LINHAS	12 LINHAS	12 LINHAS	12 LINHAS	12 LINHAS	12 LINHAS
PODA MANUAL	PODA MANUAL	PODA EM SEBE	PODA MANUAL	PODA EM SEBE	PODA MANUAL

Figura 3.6 – Esquema do ensaio.

3.3 Registos efectuados

3.3.1 Carga à poda

A poda do ensaio foi realizada pela empresa, com a passagem da pré-podadora tão próximo quanto possível do cordão superior das videiras, tendo o cordão inferior sido corrigido manualmente, de tal forma que o efeito fosse similar ao de uma barra de corte vertical.

Devido ao tipo de poda mecânica efectuada, análogo ao referido na bibliografia como poda em sebe a poda mecânica realizada neste ensaio será doravante denominada poda em sebe.

A carga à poda foi contada nos dias 17 a 19 de Março de 2008 nas videiras marcadas do ensaio, por videira, cordão e por unidade de frutificação.

A contabilização permitiu o cálculo da carga à poda média por videira, a carga média por ha, assim como o número e dimensão das unidades de frutificação, permitindo assim comparar os níveis de carga dos dois sistemas de poda.

3.3.2 Abrolhamento

Os registos de abrolhamento foram efectuados nos dias 14, 15 e 16 de Abril de 2008 numa amostra das videiras do ensaio. Com base nos dados obtidos determinou-se a percentagem de abrolhamento, um indicador que permite estimar o número de olhos deixados à poda que efectivamente abrolharam:

$$\% \text{ abrolhamento} = \frac{N^{\circ} \text{ olhos abrolhados}}{\text{Carga à poda}} \times 100$$

Além da taxa abrolhamento calculada por videira de foi também calculada a taxa de abrolhamento relativamente à ordem do olho:

$$\% \text{ abrolhamento na ordem } n = \frac{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados na ordem } n}{\text{Carga à poda na ordem } n} \times 100$$

3.3.3 Fertilidade

A fertilidade foi contabilizada através da contagem nos dias 19, 20 e 21 de Maio do número de inflorescências e a sua posição relativa na videira e na unidade de frutificação.

O conhecimento do número de inflorescências por olho abrolhado permite calcular três índices importantes: a fertilidade potencial, a fertilidade prática e a fertilidade potencial em ordem ao olho:

$$\text{Índice de fertilidade potencial} = \frac{N^{\circ} \text{ cachos}}{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}$$

$$\text{Índice de fertilidade prático} = \frac{N^{\circ} \text{ cachos}}{\text{Carga à poda}}$$

$$\text{Índice de fertilidade potencial olho ordem } n = \frac{N^{\circ} \text{ cachos na ordem } n}{N^{\circ} \text{ de olhos abrolhados na ordem } n}$$

3.3.4 Área foliar

Para determinação da área foliar foi seguido o modelo proposto por Lopes & Pinto (2005) cuja aplicação apenas implica a necessidade de eleger um sarmento, contar o número de folhas e medir as nervuras laterais secundárias esquerda e direita da maior e menor folha do sarmento eleito (nervura principal > 3 cm).

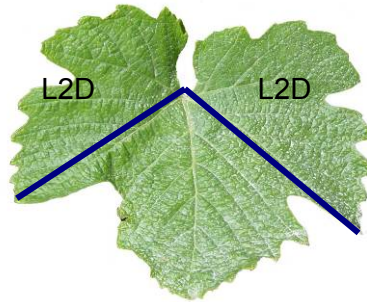


Figura 3.7 – Esquema das nervuras medidas para determinação da área foliar.

A mediação foi efectuada em duas datas: 9 de Julho e 20 de Agosto de 2008 em oito sarmentos normais, médios e frutíferos por modalidade e repetição, num total de quarenta e oito sarmentos. A área foliar secundária dos mesmos sarmentos foi medida através da contabilização da totalidade das folhas secundárias do sarmento, sendo os comprimentos medidos na maior e menor folha do conjunto das folhas secundárias do sarmento.

3.3.5 Potencial hídrico foliar

As medições de potencial hídrico foliar foram realizadas com recurso a uma câmara de pressão do tipo “Sholander” sobre uma amostra de seis folhas saudáveis, adultas, provenientes de sarmentos normais e com boa exposição solar por modalidade e repetição, perfazendo um total de trinta e seis folhas por medição.

As medições foram realizadas nos momentos considerados mais importantes ao longo do dia, ou seja, de madrugada quando a videira estabelece equilíbrio hídrico com o solo e portanto o potencial hídrico, dito de base (ψ_{fb}), reflecte o estado hídrico do solo e, ao meio-dia solar, quando a videira se encontra no estado de maior stress hídrico devido à temperatura e incidência da radiação solar, é o potencial hídrico foliar mínimo (ψ_{fm}) (Lopes *et al.*, 1998).

3.3.6 Evolução da Maturação

A evolução da maturação foi avaliada através de colheita aleatória de amostras de duzentos bagos por repetição e por modalidade. Na análise laboratorial destas amostras foram avaliados os seguintes parâmetros: peso por bago, álcool provável, acidez total, pH, antocianas totais, antocianas facilmente extraíveis e índice de Folin-Ciocalteu.

O teor alcoólico provável foi determinado por determinação da densidade. A acidez total foi determinada por titulação de uma amostra de mosto por hidróxido de sódio 0,1N na presença de azul de bromotimol. O pH foi determinado com recurso a um potenciômetro.

As antocianas totais foram determinadas por adição de 45 ml de solução HCl a pH 1 a 15g de uvas às quais se retiraram as grainhas e que foram trituradas. Após 4 horas de maceração, filtra-se em lã de vidro e a 1ml de filtrado adiciona-se 20ml de solução HCl a 2% e 1 ml de solução de etanol com 0,1% de HCl. Retiram-se duas amostras de 10 ml desta mistura para dois copos, adicionando 4ml de água ao copo 1 e 4ml de solução de bissulfito de sódio a 16% ao copo 2. A leitura da absorvância destas duas misturas a 550 nm numa cuvete de 1 cm de percurso óptico e o cálculo através da fórmula: $\text{antocianas totais} = (\text{Copo 1} - \text{Copo 2}) \times 750 \times 2$ que permite obter as antocianas totais. Para as antocianas facilmente extraíveis todo o procedimento é análogo, sendo apenas necessário substituir a solução HCl a pH 1 por uma solução de Ácido Tartárico a pH 3.2. Relativamente ao índice de Folin-Ciocalteu é apenas pegar nos bagos triturados, deixar macerar durante 4 horas, centrifugar e ler a absorvância a 280nm.

3.3.7 Vindima

À vindima a produção considerada foi a colhida pela máquina. A máquina percorreu cada modalidade separadamente tendo sido as uvas de cada modalidade pesadas separadamente. As linhas têm 130 metros de comprimento e portanto também 130 videiras por linha, sendo que através da massa das uvas recolhidas e do número de linhas percorridas para cada modalidade é possível calcular a produção média por videira e a produção média por ha.

Através do número médio de inflorescências e do peso de produção por videira é possível calcular o peso médio por cacho.

De forma semelhante é possível utilizar a produção por planta e a área foliar média por planta para calcular a relação entre a área foliar e produção.

3.3.8 Vinificação

Para vinificação das uvas do ensaio foi seguido o procedimento habitual da adega. As uvas ao chegarem à adega foram desengaçadas e esmagadas, sendo encaminhadas para os lagares de fermentação.

As uvas de cada modalidade de poda foram vinificadas segundo duas modalidades, com ou sem sangria de mosto (considera-se sangria o acto de retirar uma fracção do mosto imediatamente após o esmagamento de forma a alterar a relação entre o volume de mosto e de massas nos lagares de fermentação). Nas modalidades sem sangria foram vinificados aproximadamente 400 Kg de uvas, nas modalidades com sangria foi retirado o volume de mosto considerado equivalente a 30% de sangria, 78 litros. Este volume foi calculado tendo em conta um rendimento industrial de transformação de 65%.

A adição de produtos enológicos foi semelhante para todas as modalidades e de acordo com o procedimento de vinificação da empresa para um vinho de Touriga Nacional.

A qualidade do vinho foi avaliada mediante análises no final da fermentação, tendo sido avaliados os seguintes parâmetros: teor alcoólico (%vol.), determinado pelo método ebulliométrico, acidez total (g/L ácido tartárico), determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,1N na presença de azul de bromotimol, acidez volátil (g/L ácido acético), determinada por titulação após arrastamento de vapor com rectificação e com uma prévia acidificação do mosto, pH, determinado por potenciometria.

A intensidade da cor e tonalidade são determinadas por espectrofotometria, num percurso óptico de 1cm, sendo a Intensidade da cor = $A_{420} + A_{520} + A_{620}$ e a Tonalidade = A_{420} / A_{520} .

3.4 *Análise estatística*

A comparação do efeito do tipo de poda aplicado sobre as variáveis em estudo, foi efectuada a partir da análise de variância (ANOVA), tendo sido rejeitada a hipótese nula quando $p \leq 0.05$. O software GenStat 11.1 (VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK) foi utilizado para a análise estatística dos dados.

4. Resultados e Discussão

4.1.1 Carga à poda

Como resultados da carga à poda (Figura 4.9) obtiveram-se valores claramente diferentes para as diferentes modalidades, sendo que a poda em sebe apresentou valores significativamente ($p \leq 0.001$) superiores aos valores das videiras podadas manualmente.

Os resultados encontrados estão de acordo com o descrito na bibliografia, a poda mecanizada origina uma carga à poda significativamente superior à poda manual (Freeman & Cullis, 1981; Lopes *et al.*, 1995; Fonseca, 1996; Smithyman *et al.*, 1997; Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Zabadal *et al.*, 2002; Poni *et al.*, 2004), sendo também visível na figura abaixo (Figura 4.8) a estrutura irregular e desordenada citada por alguns autores (Freeman & Cullis, 1981).

A poda mecânica da vinha é menos precisa e origina uma estrutura mais desordenada da videira do que a poda manual (Zabadal *et al.*, 2002)

As formas de poda mecanizada, quer as referidas na revisão bibliográfica, quer a realizada neste ensaio estão associadas a máquinas de corte que estabelecem, ou com as quais é possível ao operador estabelecer, uma distância de corte ao cordão ou à estrutura permanente. É dessa forma que é “regulada” a carga à poda. A mecanização da poda origina assim a estrutura mais desordenada e irregular na qual as unidades de frutificação não estarão posicionadas nos locais determinados pelo podador mas, distribuídos de forma aleatória entre o cordão permanente e a zona de passagem da máquina de corte. As alterações verificadas na poda em sebe comparativamente à poda manual são devidas à impossibilidade de mecanizar a minuciosa e cuidada selecção das unidades de frutificação que é feita pelos podadores.



Figura 4.8 – Videiras das duas modalidades após a poda. A) Poda manual. B) Poda em sebe.

Observando a carga à poda pela perspectiva da sua distribuição na videira podemos observar que na poda em sebe a carga não é apenas maior devido à dimensão das unidades de frutificação ou ao número de unidades mas, à conjugação dos dois factores: mais e maiores unidades de frutificação, como se pode verificar nas figuras abaixo apresentadas (Figura 4.10 e Figura 4.11) e como também foi verificado por outros autores (Lopes *et al.*, 1995; Fonseca, 1996; Santos, 1996). É de salientar que Egipto (1997) encontrou maior número de unidades de frutificação embora com menor número de olhos por unidade, justificando esta diferença pela maior proximidade do corte ao cordão do que a verificada por Fonseca (1996) no mesmo ensaio.

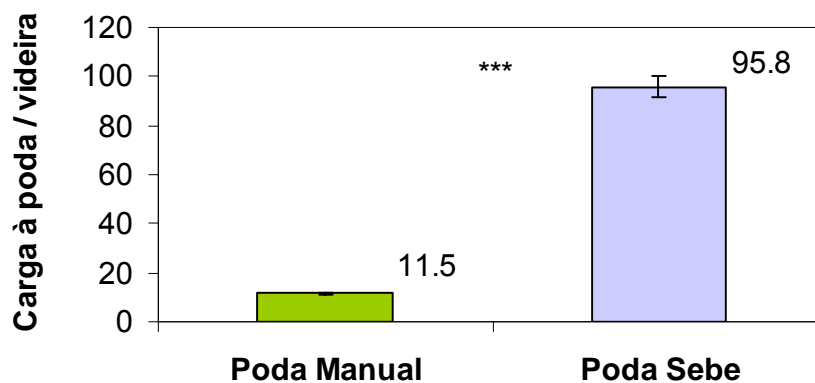


Figura 4.9 – Carga deixada à poda por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

O número médio de unidades de frutificação é significativamente superior na poda em sebe, sendo de cerca de 550% maior do que na poda manual. O tamanho médio das unidades de frutificação na poda em sebe é também significativamente superior ($p \leq 0.001$) embora seja apenas 150% maior na poda em sebe relativamente à poda manual.

Assim, se o número de unidades de frutificação é cerca de 5,5 vezes maior na poda em sebe que na poda manual, mas o tamanho das unidades é apenas 1,5 vezes superior o número de unidades de frutificação terá maior influência no aumento da carga à poda na poda em sebe do que o comprimento médio das unidades de frutificação.

Relativamente à carga à poda é importante ainda salientar que a carga por ha é evidentemente diferente entre modalidades, sendo 38 mil olhos na poda manual e cerca de 319 mil na poda em sebe, ou seja, uma carga aproximadamente oito vezes superior na poda em sebe.

Em estudos sobre a condução, carga e porta-enxerto da Touriga Nacional no Dão Pedroso *et al.* (1995) e Pedroso *et al.* (1998) verificaram um efeito positivo da carga à poda na

produção sem prejuízo da qualidade. Pedroso *et al.* (1995) e Jesus (1997) comparando cargas de 44500 e 72250 olhos/ ha obtiveram diferenças significativas no rendimento através de um aumento do número de cachos sem aumento do peso médio por cacho. Não obtiveram alterações ao nível do peso da lenha de poda apesar de a auto-regulação da planta ter originado alterações no crescimento dos sarmentos.

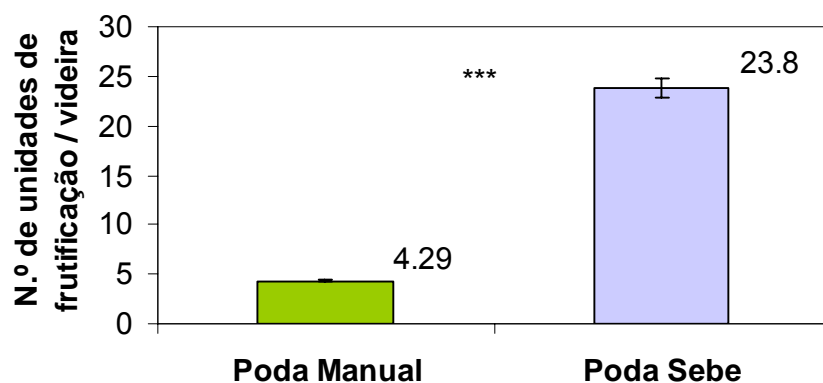


Figura 4.10 – Número de unidades de frutificação por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

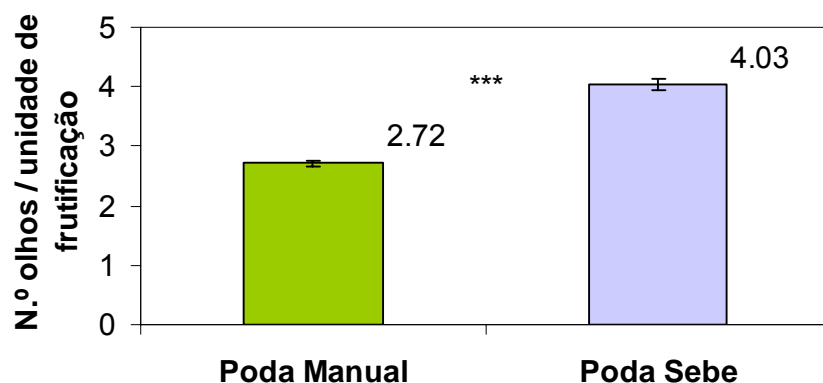


Figura 4.11 – Número de olhos por unidade de frutificação por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

4.1.2 Abrolhamento

As videiras podadas em sebe apresentaram uma percentagem de abrolhamento significativamente ($p \leq 0.001$) inferior relativamente à poda manual (Figura 4.12). Esta diferença decorre da auto-regulação das videiras em resposta ao maior número de olhos deixados à poda.

Resposta diferente foi descrita por Egipto (1997) que não encontrou diferenças significativas na percentagem de abrolhamento das videiras podadas em sebe comparativamente à

modalidade manual e por Poni *et al.* (2004) que na modalidade em sebe mais severa não encontrou diferenças significativas de percentagem de abrolhamento, embora tenha encontrado nas modalidades menos severas. O primeiro (Egipto, 1997) justifica a ausência de diferença entre as modalidades pela ausência de auto-regulação por parte das videiras podadas em sebe e pela grande acumulação de reservas que ocorreu nas plantas na campanha precedente à sua recolha de dados.

A percentagem de abrolhamento em ordem ao olho é significativamente ($p \leq 0.001$) inferior na poda em sebe para as ordens 1 a 3, significativamente ($p \leq 0.01$) inferior para a ordem 4, não se podendo considerar significativa para a ordem 0. Na ordem 5 a poda em sebe apresenta uma taxa de abrolhamento significativamente superior ($p \leq 0.001$) (Figura 4.13). Resultados análogos são descritos na bibliografia (Freeman & Cullis, 1981, Lopes *et al.*, 1995, Fonseca, 1996, Smithyman, 1997, Martinez-de-Toda & Sancha, 1999) sendo atribuídos ao efeito de auto-regulação da videira relativamente à maior carga deixada à poda.

Na percentagem de abrolhamento em ordem ao olho, Egipto (1997) não encontrou diferença significativa entre modalidades para os olhos até à ordem 3, que era a ordem máxima encontrada nas videiras da poda manual.

Relativamente à percentagem de abrolhamento em ordem ao olho (Figura 4.13) é ainda evidente no gráfico o acentuado decréscimo verificado do olho de ordem 3 para as ordens 4 e 5. Este facto poderá dever-se ao facto de os olhos dessas ordens estarem presentes apenas no cordão inferior, portanto na vara. Uma empa incorrecta da vara poderia potenciar os efeitos da acrotonia, favorecendo o abrolhamento na zona da vara mais próxima do topo do arco e em que o ângulo com a horizontal é maior, neste caso não seria os olhos da extremidade mas os olhos situado na zona da vara que apresenta maior ângulo com a horizontal a abrolhar preferencialmente, portanto de acordo com o gráfico as varas apresentariam um ângulo com a horizontal maior até à ordem 3 do que dessa ordem em diante.

Analisando o número de olhos abrolhados por videira (Figura 4.14) verificamos que apesar da maior taxa de abrolhamento na modalidade poda manual a poda em sebe apresenta um significativamente ($p \leq 0.001$) maior número de olhos abrolhados. Assim, podemos verificar que apesar do efeito de auto-regulação das videiras que levam à diminuição da taxa de abrolhamento em cerca de 58%, a carga à poda das videiras da poda em sebe é suficientemente maior para originar um número de pâmpanos superior, resultado análogo ao verificado por Freeman & Cullis (1981), Reynolds (1988), Santos (1996), Egipto (1997), Martinez-de-Toda & Sancha (1999), Melícias (2002) entre outros autores.

Quando analisado em ordem ao olho (Figura 4.15) o número de olhos abrolhados é significativamente superior ($p \leq 0.001$) na poda em sebe relativamente à poda manual para todas as ordens de olhos comuns às duas modalidades.

Considerando os princípios 3 e 4 enunciado por Winkler *et al.* (1974) que indicam que uma videira podada mais severamente originará menos sarmentos com uma maior taxa de crescimento individual e que o vigor dos pâmpanos de uma videira é directamente influenciado pelo seu número e pela produção da videira podemos considerar que a poda em sebe ao apresentar significativamente maior número de sarmentos do que poda manual apresentará uma condição de menor vigor.

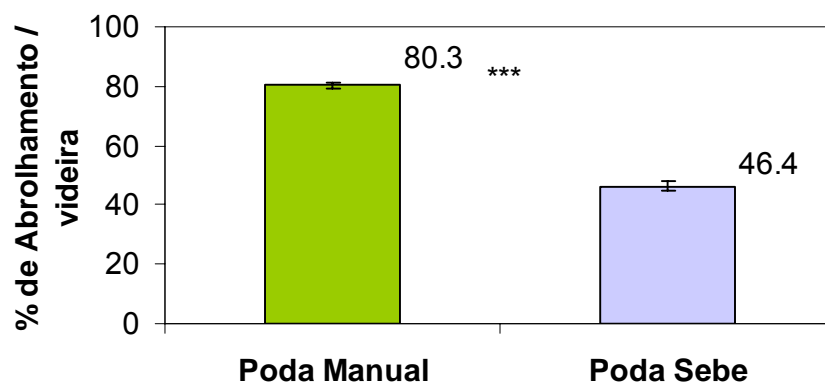


Figura 4.12 – Percentagem de abrolhamento por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

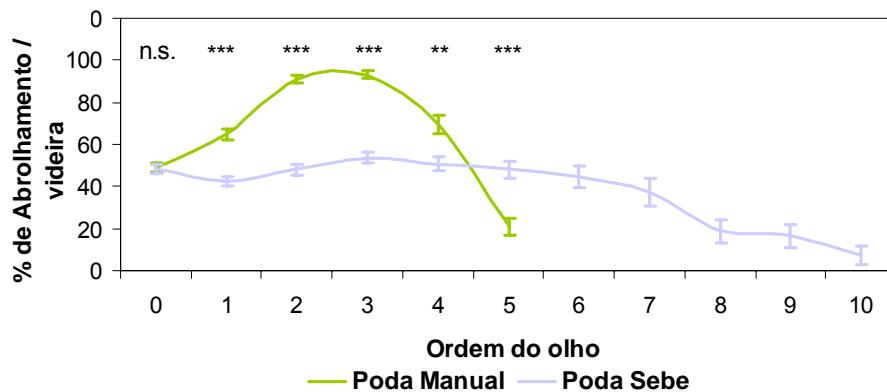


Figura 4.13 – Percentagem de abrolhamento em ordem ao olho por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

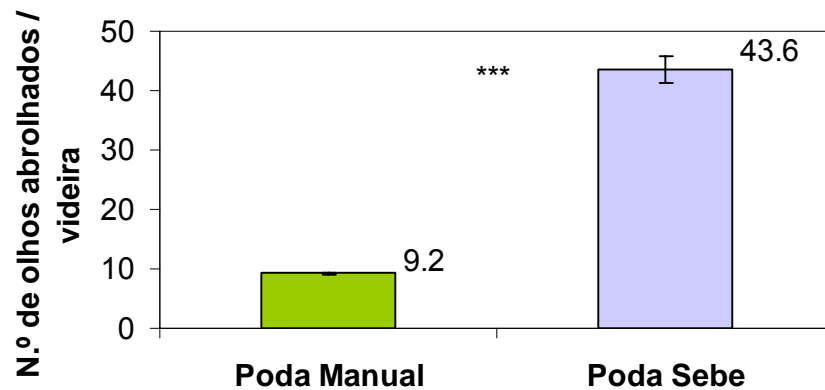


Figura 4.14 – Número de olhos abrolhados por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

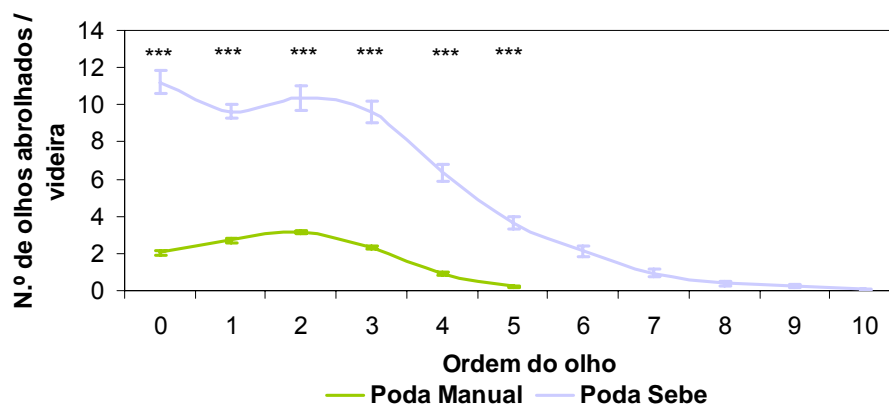


Figura 4.15 – Número de olhos abrolhados por videira, em ordem ao olho, nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

4.1.3 Fertilidade

A fertilidade é analisada através dos índices acima enunciados, fertilidade prática e potencial na videira e em ordem ao olho.

O índice de fertilidade potencial (Figura 4.16) é significativamente diferente ($p \leq 0.001$) entre modalidades, sendo maior na poda manual. O índice de fertilidade prático (Figura 4.16) é também significativamente diferente entre modalidades ($p \leq 0.001$) e igualmente maior na poda manual.

A diferença de fertilidade entre modalidades é mais acentuada no índice de fertilidade prático (poda em sebe 222% maior que a poda manual) do que no índice de fertilidade potencial (poda manual 131% maior que a poda em sebe) devido à diferente carga à poda que se encontra implícita no índice prático e que não permite a expressão da auto-regulação da planta pelo abrolhamento.

Santos (1996) não encontrou diferença ao nível da fertilidade na poda mecânica comparativamente à modalidade manual, embora justifique que por ser o primeiro ano de ensaio o microclima da copa não tenha influenciado a diferenciação floral que ocorreu na época precedente. Egípto (1997) e Melícias (2002) no mesmo ensaio, referem valores de índice de fertilidade potencial significativamente superiores na modalidade manual comparativamente à mecânica. Esta diferença pode ser justificada pelo efeito desvigorante do elevado número de sarmentos e pela alteração do microclima luminoso que seria menos favorável na poda em sebe à diferenciação floral. Lopes *et al.* (1995) apresenta os resultados do mesmo ensaio nos anos 1993 e 1994, sendo que no ano 1993 a diferença entre a poda manual e mecânica para o índice de fertilidade potencial não é significativa, embora o seja no ano seguinte.

Lopes *et al.* (1995) referem ainda que a poda mecânica deu origem a um número de cachos que foi significativamente superior, cerca do dobro da poda manual. Relativamente ao mesmo índice Freeman & Cullis (1981) e Poni *et al.* (2004) não encontraram diferenças significativas entre diferentes intensidades de poda.

Em diversos ensaios de poda mínima foi também verificada uma diminuição da fertilidade dos pâmpanos com o aumento do número de pâmpanos por videira (Clingeffer, 1984; Intrieri *et al.*, 2005; Rousseau *et al.*, 2008).

De acordo com o que foi discutido acima acerca do número de olhos abrolhados e, considerando agora também o 5º princípio da poda de Winkler *et al.* (1974) que nos diz que: para níveis de vigor considerados adequados aumentos de vigor aumentam a fertilidade dos pâmpanos, podemos perceber que a diferença significativa de fertilidade entre a poda em sebe e a poda manual poderá ser influenciada pela condição de vigor de cada modalidade de poda.

A fertilidade potencial em ordem ao olho (Figura 4.17) não apresenta uma diferença constante entre modalidades ao longo da ordem do olho, sendo que para a ordem 1 a diferença do índice de fertilidade potencial não se pode considerar significativa, a diferença para os olhos de ordem 0, 2 e 3 é muito significativa ($p \leq 0.001$), não sendo a diferença tão significativa para os olhos de ordem 4 e 5 ($p \leq 0.01$ e $p \leq 0.05$ respectivamente).

Apesar do verificado relativamente à fertilidade o número de inflorescências é significativamente ($p \leq 0.001$) superior na poda em sebe (Figura 4.18) comparativamente à poda manual, devendo-se este facto ao maior número de pâmpanos nas videiras podadas em sebe.

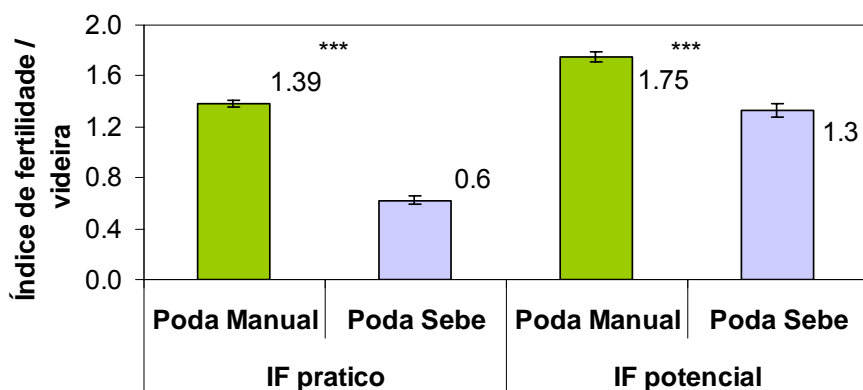


Figura 4.16 – Índice de fertilidade prático e potencial por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

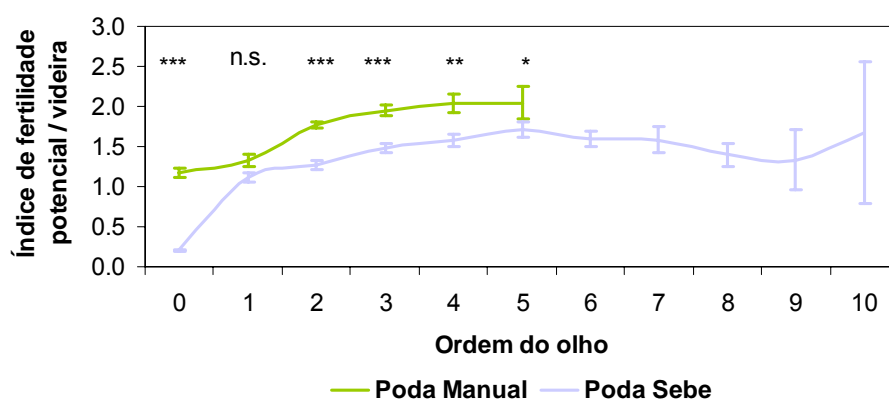


Figura 4.17 – Índice de fertilidade potencial por videira, em ordem ao olho, nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

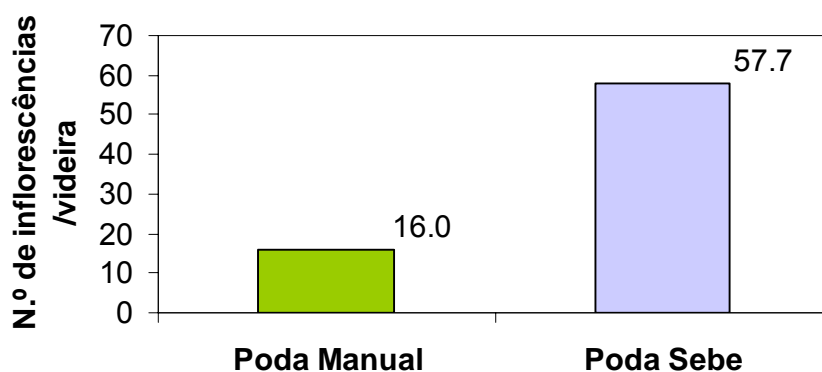


Figura 4.18 – Número de inflorescências por videira nas duas modalidades. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 110$ poda manual, $n = 40$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

4.1.4 Área foliar

Os dados recolhidos referentes à área foliar principal permitem comparar a área foliar principal por videira (Figura 4.19), o número de folhas por videira (Figura 4.20), a área foliar por pâmpano (Figura 4.21) e por folha principal (Figura 4.22) em cada modalidade e data de medição.

Contrariamente ao verificado por Lopes *et al.* (1995) e Poni *et al.* (2004) a área foliar apresentou diferenças significativas de acordo com a modalidade (Figura 4.19). Contudo o aumento verificado por esses autores no número de folhas secundárias e na maior área foliar secundária da poda manual relativamente à poda em sebe foi também verificado neste ensaio (Figura 4.27 e Figura 4.25).

Relativamente à estrutura da área foliar principal os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os resultados referidos por Lopes *et al.* (1995) em que a poda mecânica apresentava um maior número de folhas (Figura 4.20) de menor dimensão (Figura 4.22) a proporcionarem uma maior área foliar principal (Figura 4.19) comparativamente à poda manual. Resultado semelhante relativamente à área por folha foi encontrado por Smithyman *et al.* (1997) e por Poni *et al.* (2004).

Os resultados determinados por Smithyman *et al.* (1997) e por Martinez-de-Toda & Sancha (1999) relativamente à área foliar por pâmpano também se verificaram neste trabalho, uma vez que a área foliar por pâmpano (Figura 4.21) é significativamente ($p \leq 0.001$) inferior na poda em sebe.

Tendo em conta os conceitos de vigor e capacidade referidos em Winkler *et al.* (1974) e em Magalhães (2008) e os princípios da poda enunciados no capítulo 2.4.2, pode-se considerar que as videiras podadas em sebe apresentam maior capacidade, uma vez que no princípio n.º3 é referido que a capacidade da videira varia directamente com o número de sarmentos e que uma videira com uma área foliar superior poderá apresentar maiores produções que uma videira que apesar de apresentar um crescimento individual dos sarmentos maior, apresente menor área foliar total. É ainda referido no princípio n.º4 que é a área foliar total e não o crescimento individual dos pampânos que permite a obtenção de um maior potencial produtivo.

As medições de área foliar neste ensaio estão de acordo com o referido por Winkler *et al.* (1974), uma vez que apesar de a poda manual apresentar maior área foliar por folha e maior área foliar por pâmpano não apresenta a maior área foliar total, estando esta associada à poda em sebe e ao maior número de pampânos. Pode-se portanto esperar das videiras podadas em sebe uma maior capacidade para produzir do que das videiras da poda manual.

Além do verificado para a capacidade produtiva é ainda possível perceber na análise dos resultados obtidos que as videiras de poda em sebe não terão apenas uma maior capacidade para produzir, terão também uma condição de vigor diferente das videiras da poda manual. Uma vez que videiras da poda manual apresentam características típicas de maior vigor: menor número de pâmpanos, menor área foliar, maiores folhas, maior área foliar por pampão, maior contributo da área foliar secundária para a área foliar total e também maiores folhas secundárias.

Das intervenções em verde que interferem com a área foliar apenas ocorreu uma despona lateral e superior no dia 19 de Agosto que terá reduzido a área foliar e alterado algumas das suas componentes.

A modalidade tem uma influência significativa ($p \leq 0.001$) na área foliar (Figura 4.19), sendo a poda em sebe que apresenta os valores mais elevados.

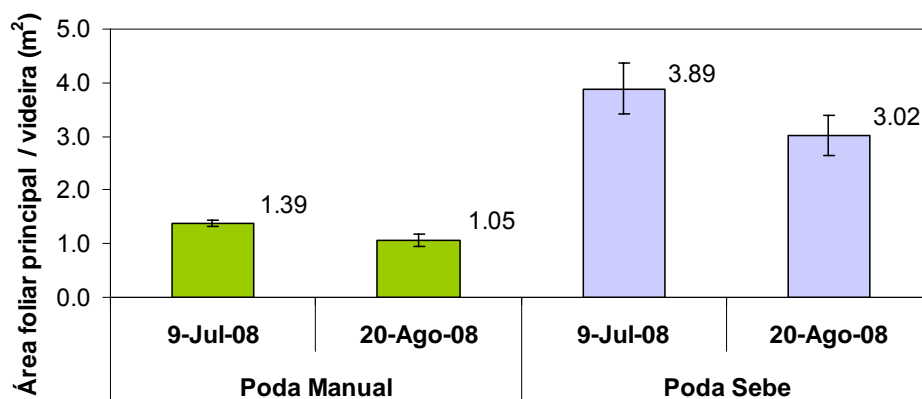


Figura 4.19 – Área foliar principal por videira nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

A modalidade apresenta uma influência significativa ($p \leq 0.001$) no número médio de folhas principais por videira, apresentando a poda em sebe um aumento de cerca de 350% relativamente à poda manual.

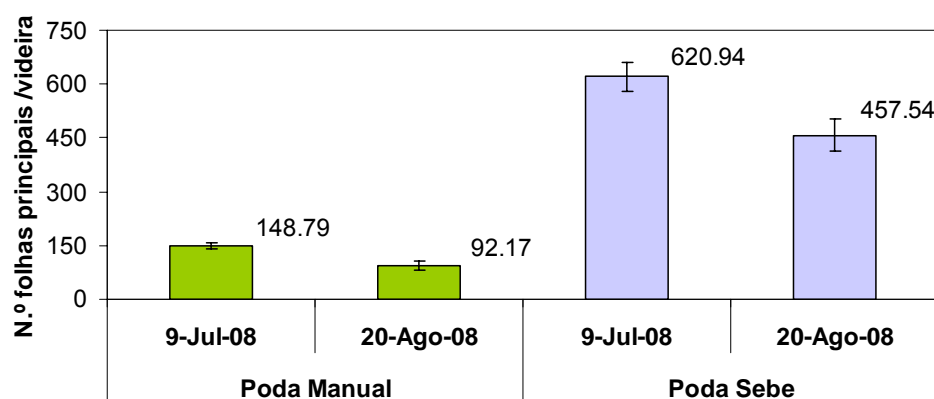


Figura 4.20 – Número de folhas por videira, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

Relativamente à área foliar do pântano o efeito da modalidade é significativo ($p \leq 0.001$) apresentando a poda manual uma área foliar do pântano cerca de 170% superior à área foliar do pântano da poda em sebe.

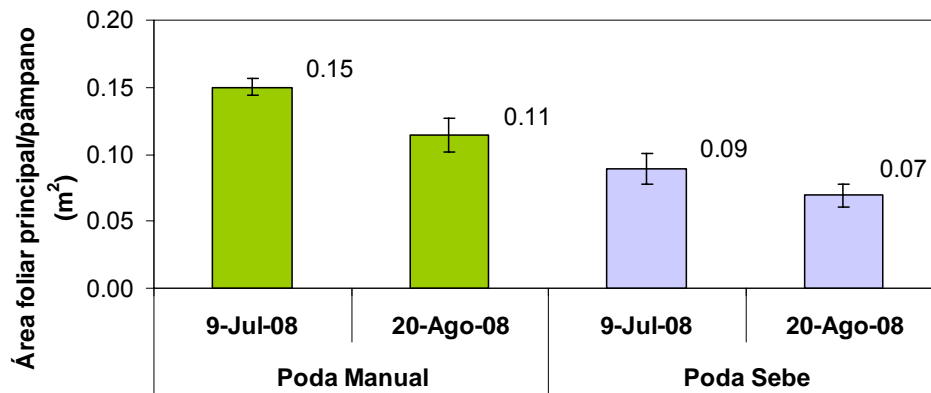


Figura 4.21 – Área foliar por pântano, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

Na área foliar média por folha a modalidade apresenta diferença significativa ($p \leq 0.001$), sendo que as folhas da poda manual são cerca de 175% maiores do que as da poda em sebe.

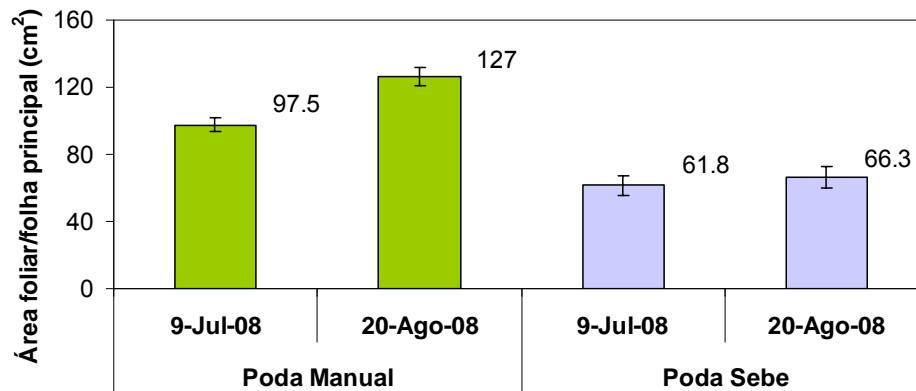


Figura 4.22 – Área foliar por folha principal, nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

Analogamente às comparações realizadas para discutir a área foliar principal pode-se comparar os dados da área foliar secundária de forma a perceber o contributo desta para a área foliar principal e as suas principais componentes: área foliar secundária, área foliar média por folha secundária, e número médio de folhas secundárias por videira.

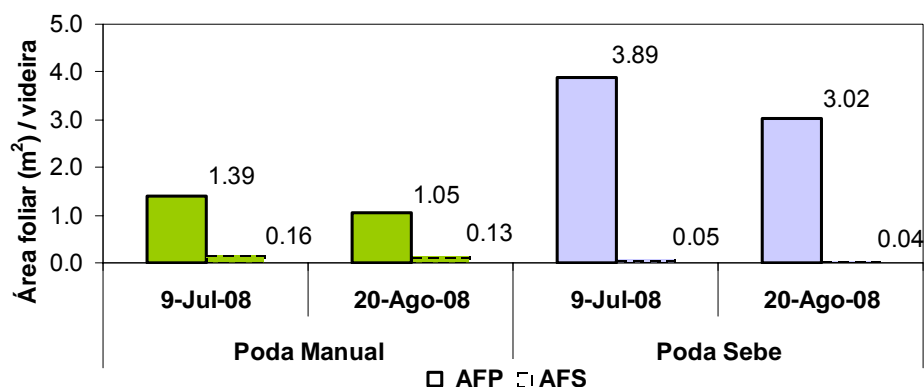


Figura 4.23 – Área foliar principal (AFP) e área foliar secundária (AFS) nas duas modalidades e datas de medição.

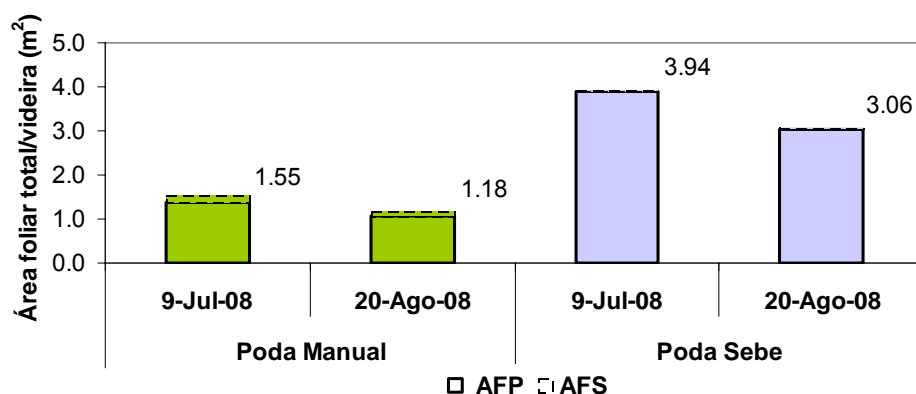


Figura 4.24 – Área foliar total, correspondente à soma da área foliar principal (AFP) e da área foliar secundária (AFS) por modalidade e por data de medição. As barras verticais correspondentes ao erro padrão da média não são apresentadas para melhor percepção da área foliar secundária.

A área foliar secundária apresenta uma diferença significativa ($p \leq 0.001$) entre modalidades, sendo que a área foliar secundária na poda em sebe é cerca 33% da poda manual.

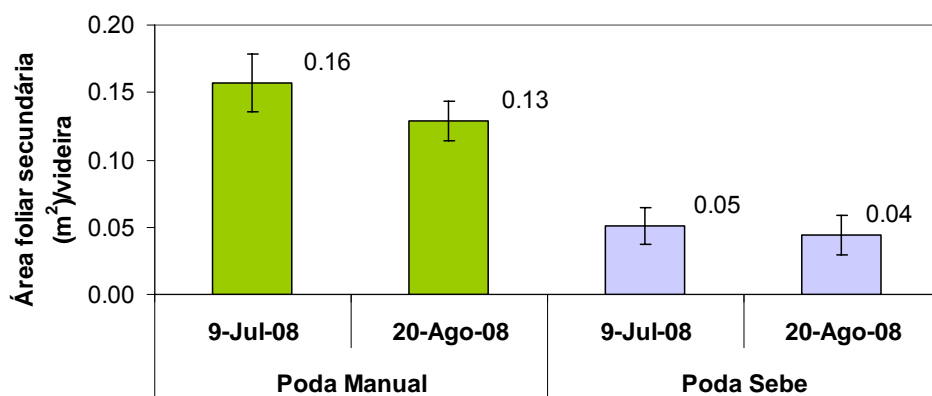


Figura 4.25 – Área foliar secundária por videira nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

A área foliar média por folha secundária apresenta diferença significativa ($p \leq 0.001$) para a influência da modalidade, sendo as folhas da poda manual maiores que as da poda em sebe em aproximadamente 157%.

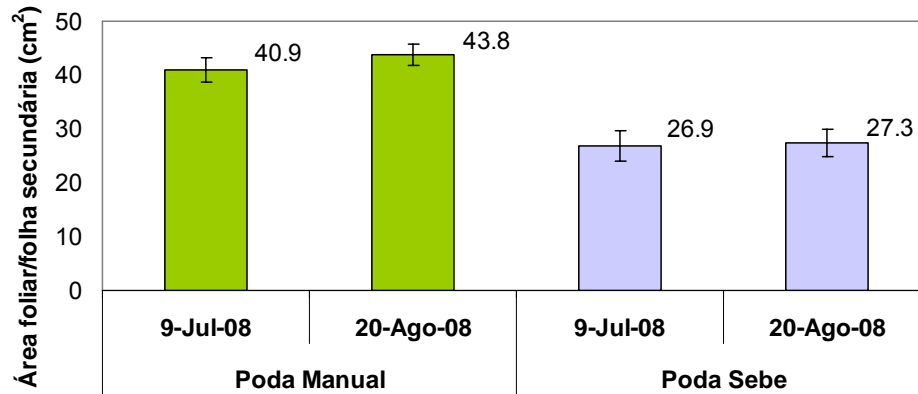


Figura 4.26 – Área foliar por folha secundária nas duas modalidades e datas de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

A modalidade apresenta uma influência significativa ($p \leq 0.001$) no número médio de folhas secundárias por videira, apresentando a poda manual um aumento de cerca de 94% relativamente à poda em sebe.

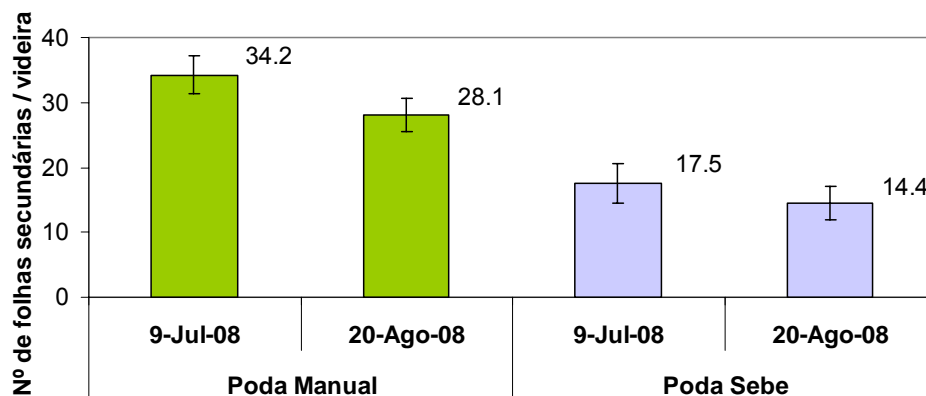


Figura 4.27 – Número de folhas secundárias por modalidade e por data de medição. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe).

4.1.5 Potencial hídrico foliar

O potencial hídrico foliar de base (ψ_b) (Figura 4.28) e o potencial hídrico foliar mínimo (Figura 4.29) foram medidos ao longo do final da época, desde o estado fenológico do fecho

dos cachos na poda manual e bago de ervilha na poda em sebe até à maturação, cerca uma semana antes da vindima.

Relativamente ao aporte de água às videiras através da rega é apenas de referir uma rega no dia 19 de Agosto que foi conduzida de forma uniforme para toda a parcela em estudo, não sendo de esperar alterações no potencial hídrico devidas ao efeito da rega.

De acordo com a Ojeda (2007) o potencial hídrico foliar de base deve ser função do estado de desenvolvimento da planta, referindo o autor que do estado fenológico da alimpa até ao pintor um stress hídrico moderado ($-0,4 \text{ MPa} \leq \psi_{fb} \leq -0,3 \text{ MPa}$) pode ser considerado interessante por reduzir o volume celular dos bagos, originando bagos mais pequenos e com relações película/polpa conducentes a maiores concentrações de aromas e polifenóis. Durante esse período foram realizadas 3 medições (10 e 24 de Julho e 21 de Agosto) (Figura 4.28) sendo de $-0,24 \text{ MPa}$ o valor médio de potencial hídrico foliar de base mais baixo que ocorreu. Uma vez que se encontra até acima do intervalo referido por Ojeda (2007) podemos pensar que a vinha se encontrava numa situação de conforto hídrico em qualquer das modalidades, uma vez que não se verificou efeito significativo da modalidade no potencial hídrico foliar de base em qualquer das medições.

No período que vai do pintor até à maturação disponibilidades hídricas extremas condicionam a obtenção de produção de qualidade em qualquer tipo de vinho, uma vez que: elevado conforto hídrico potencia o crescimento vegetativo, aumentando as produções mas diminuindo, por diluição, a concentração de compostos fenólicos e de açúcar; no outro extremo potenciais de base demasiado baixos ($\psi_{fb} \leq -0,8 \text{ MPa}$) originam vinhos excessivamente adstringentes e desinteressantes (Ojeda, 2007). Assim, de acordo com o mesmo autor (Ojeda, 2007), na produção de vinhos tintos de qualidade concentrados e com aptidão para guarda o potencial hídrico foliar de base adequado durante a maturação deve situar-se no intervalo: $-0,6 \text{ MPa} \leq \psi_{fb} \leq -0,4 \text{ MPa}$.

Foi verificado que do dia 25 de Setembro em diante houve grande recuperação do estado hídrico das videiras (Figura 4.28), atingindo no final da maturação valores de potencial de base acima do considerado aceitável para a produção do tipo de vinho pretendido, ainda assim, é de considerar a grande sensibilidade ao stress hídrico apresentada pela casta Touriga Nacional (Pedroso *et al.*, 2007) podendo portanto esta situação de conforto hídrico permitir um final de maturação adequado. É ainda referido por Ojeda (2007) importância de uma situação de conforto hídrico após a vindima uma vez que nessa fase sem produção a videira tende a acumular reservas.

Apesar do verificado para o potencial de base o potencial mínimo apresenta diferenças significativas para duas modalidades. O valor de potencial mínimo é significativamente

menor na poda em sebe nas medições de 29 de Agosto e 25 de Setembro, diferença que pode ser explicada pela maior área foliar nessa modalidade que contribuirá para uma maior evapotranspiração. Quer os valores de potencial mínimo da poda em sebe quer os da poda manual se enquadram na curva proposta por Ojeda (2007), sendo que em nenhum dos casos são atingidos valores considerados de stress hídrico severo.

Em ensaio semelhante Fonseca (1996) descreve diferenças entre modalidades apresentado a poda manual resultados ligeiramente mais favoráveis que a poda mecânica mas, cuja diferença se esbate à vindima. Lopes *et al.* (2000) apresenta os resultados do mesmo ensaio mas além do ano 1994 apresenta também 1995, sendo que nos dois anos consecutivos o potencial de base segue o mesmo padrão, potencial hídrico de base menor na poda em sebe do pintor até próximo da vindima, esbatendo-se à vindima esta diferença. Contudo referem ainda que as ligeiras diferenças verificadas no potencial de base não influenciam significativamente a taxa fotossintética (Lopes *et al.*, 2000). Ainda do mesmo ensaio Egito (1997) verificou níveis de potencial hídrico foliar de base superiores em 1995 relativamente aos verificados por Fonseca (1996) em 1994 afirmando que nesse ano os valores obtidos de potencial hídrico não são limitativos para a actividade fisiológica da planta.

Relativamente ao potencial hídrico foliar mínimo Fonseca (1996) verificou ligeiras diferenças nas medições após o pintor, apresentando a poda manual valores mais favoráveis do que a poda mecânica. Egito (1997) não verificou diferenças significativas entre as modalidades ao longo do ciclo vegetativo, referindo a elevada disponibilidade hídrica e o igual número de folhas entre modalidades como justificação para a semelhança de potencial hídrico foliar mínimo.

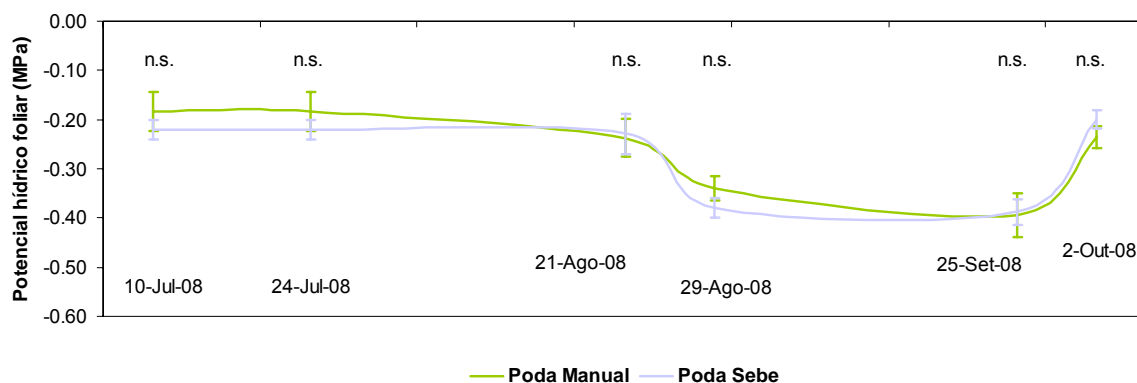


Figura 4.28 – Potencial hídrico foliar de base em cada modalidade e data. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 24$ poda manual, $n = 12$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.

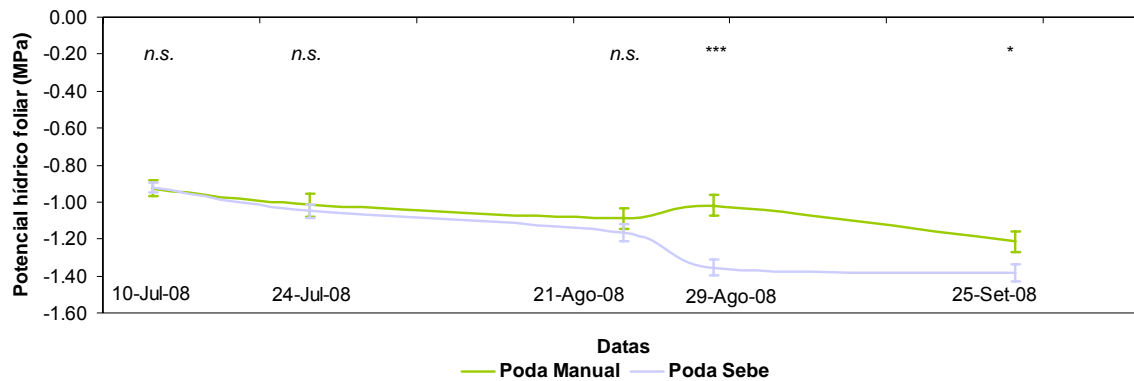


Figura 4.29 – Potencial hídrico foliar mínimo em cada modalidade e data. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 24$ poda manual, $n = 12$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

4.1.6 Evolução da Maturação

De acordo com Ribéreau-Gayon *et al.* (1975) durante a maturação dos bagos existem vários parâmetros que se alteram, tais como: o aumento do peso e dos açúcares redutores e a diminuição das acidez explicada pela diminuição da concentração do ácido tartárico e, principalmente do ácido málico. Ainda segundo o mesmo autor a concentração de antocianinas e o índice de Folin-Ciocalteu aumentam com o avançar da maturação, sendo que a concentração de antocianinas atinge um máximo e tende a diminuir ao avançar para estados de sobre-maturação.

O padrão esperado de evolução da maturação seria portando um aumento do teor de açúcares associado a uma diminuição da concentração de ácidos e aumento da concentração das antocianinas e polifenóis (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1975).

O peso do bago (Figura 4.30) na poda manual, apesar de não aumentar da primeira para a segunda data ou da segunda para a terceira data aumentou, contudo da primeira para a terceira data. Na poda em sebe a segunda medição foi diferente da terceira embora não o fosse relativamente à primeira. O peso dos bagos apenas é influenciado pela modalidade na segunda medição.

Vários autores referem diferença significativa entre modalidades no peso por bago, sendo os bagos da poda em sebe tendencialmente menores do que os provenientes da poda manual (Reynolds, 1988; Clingeleffer, 1988; Reynolds & Wardle, 1993; Clingeleffer *et al.*, 2005). Contrariamente existem autores que referem não encontrar diferença significativa relativamente ao peso dos bagos (Smithyman *et al.*, 1997; Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Poni *et al.*, 2004).

Neste caso, tendo-se verificado que não existe diferença significativa entre o peso dos bagos entre modalidades pode-se reflectir acerca das características da casta, nomeadamente o referido por Brites & Pedroso (2000) que caracterizaram os bagos típicos de Touriga Nacional como pequenos, com muitas grainhas de natureza herbácea e uma película rija e difícil de destacar, podendo ser talvez devido ao típico pequeno tamanho dos bagos que não se verifique alteração sensível desse parâmetro.

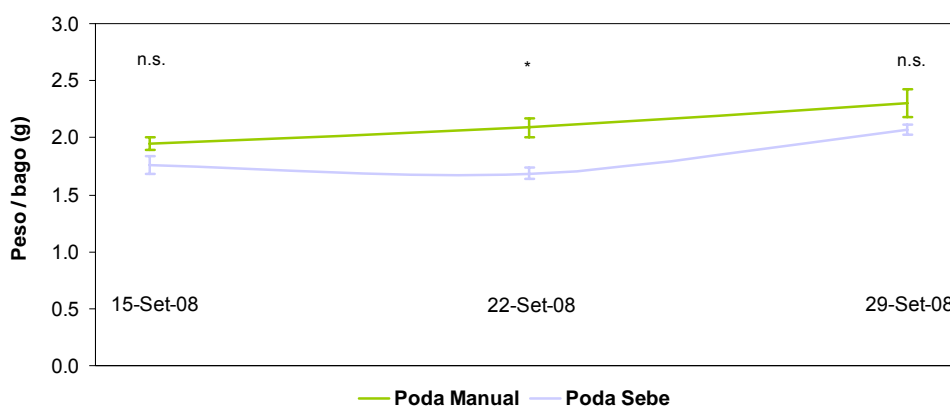


Figura 4.30 – Evolução do peso por bago ao longo da fase final da maturação. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 32$ poda manual, $n = 16$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.

O teor alcoólico provável (Figura 4.31) da poda manual não aumenta da primeira para a segunda colheita aumentando da segunda para a terceira. Na poda em sebe verificou-se um aumento de $0,8^\circ$ (teor alcoólico provável) da primeira para a terceira data. Na segunda e terceira medição a poda manual apresentou valores mais elevados de teor de álcool provável.

Surgem na bibliografia consultada resultados apresentando a poda manual com valores de álcool provável significativamente superiores aos verificados na poda em sebe (Reynolds, 1988; Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Zabadal *et al.*, 2002; Clingeleffer *et al.*, 2005). E com resultados que não são significativamente diferentes entre modalidades (Clingeleffer, 1988; Morris, 1993; Andersen *et al.*, 1996). Perante estes factos será talvez de pensar que apesar de igual relação entre área foliar e produção nas duas modalidades (Figura 4.39) a poda em sebe apresenta um ligeiro atraso da maturação devido à maior produção.

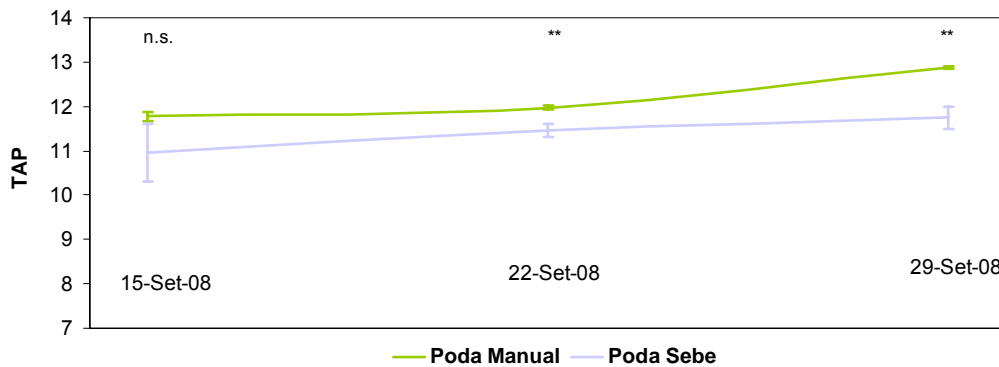


Figura 4.31 – Evolução do teor alcoólico provável ao longo da fase final da maturação. As barras verticais representam a média \pm epm ($n = 4$ poda manual, $n = 2$ poda em sebe). * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.

A acidez total (Figura 4.32) diminui da primeira para a segunda data não ocorrendo o mesmo da segunda para a terceira. Na poda em sebe não se verifica a diminuição para cada duas datas consecutivas embora se verifique variação da primeira para a última data.

A evolução da acidez total segue o padrão esperado de diminuição no decorrer da maturação, não se tendo registado diferenças entre modalidades. Resultados semelhantes foram também verificados por outros (Egipto, 1997; Lopes, 1998; Santos, 1996; Melícias, 2002; Lopes *et al.*, 1995).

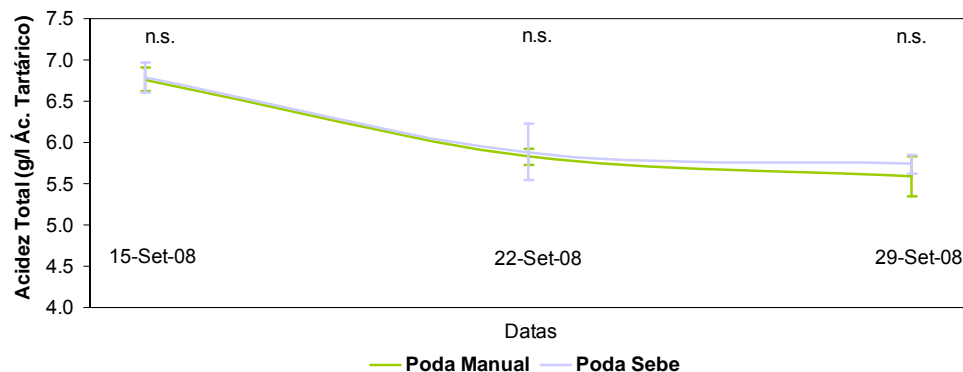


Figura 4.32 – Evolução da acidez total ao longo da fase final da maturação com respectivo erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.

O teor de antocianinas totais (Figura 4.33) aumenta da primeira para a segunda data ($p \leq 0.01$) na poda em sebe não aumentando significativamente da segunda para a terceira data. A poda manual segue padrão semelhante, aumenta da primeira para a segunda data, não aumentando da segunda para a terceira.

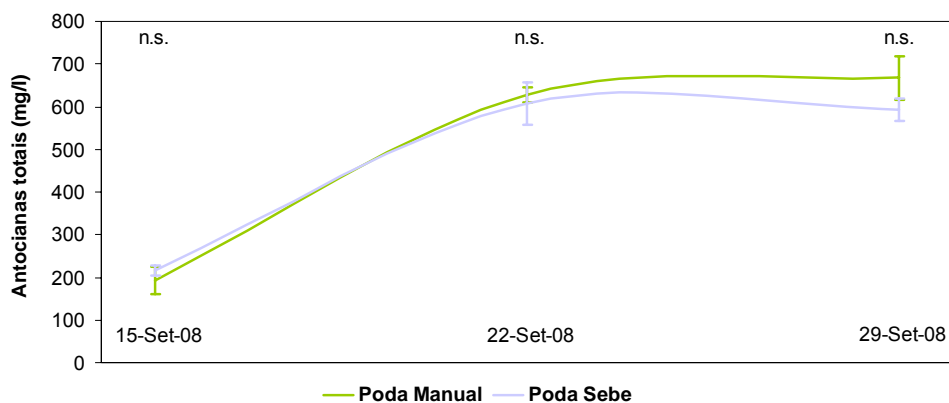


Figura 4.33 – Evolução das antocianinas totais ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

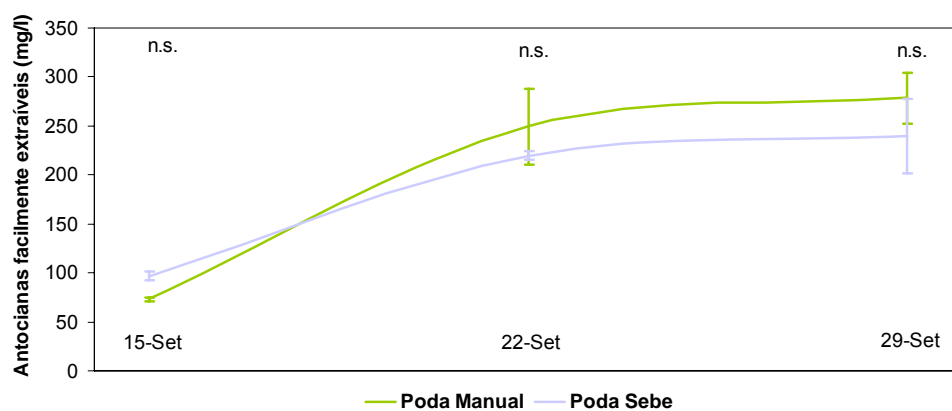


Figura 4.34 – Evolução das antocianinas facilmente extraíveis ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e *n.s.* quando não significativo para o resultado da ANOVA.

O índice de Folin-Ciocalteu (Figura 4.35) não varia significativamente entre medições para a poda manual ou para a poda em sebe, apresentando na última medição valores para as duas modalidades que podem ser considerados elevados (Böhm, 2007).

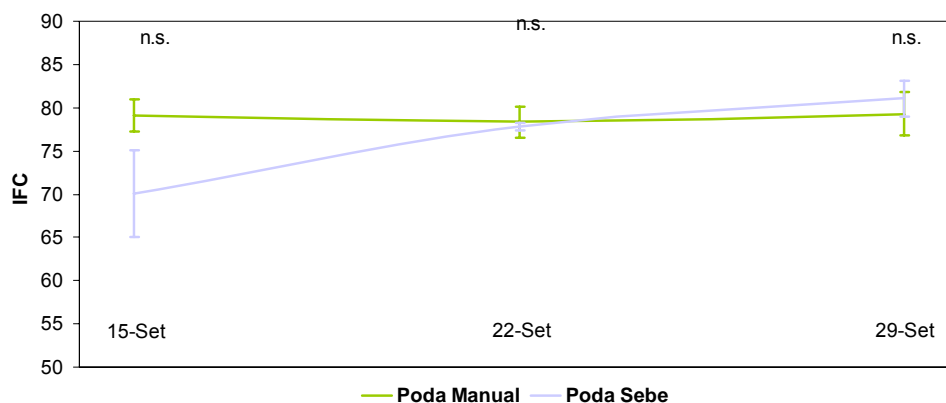


Figura 4.35 – Evolução do índice de Folin-Ciocalteu ao longo da fase final da maturação. As barras verticais correspondem ao erro padrão da média. * para $p \leq 0.05$, ** para $p \leq 0.01$, *** para $p \leq 0.001$ e n.s. quando não significativo para o resultado da ANOVA.

4.1.7 Vindima

Tendo em conta o número de videiras de cada modalidade e o peso da produção recolhida foi possível calcular quer o peso por planta quer o peso por ha sendo possível verificar que a produção será maior na poda em sebe do que na poda manual (Figura 4.36 e Figura 4.37). Os dados referentes à produção não foram estatisticamente tratados por provirem de um único valor por modalidade referente à produção colhida pela máquina de vindimar.

Considerando o número médio de inflorescências por videira e a produção média por videira em cada modalidade foi possível calcular o peso médio por cacho e verificar que este aparenta ser ligeiramente mais leve na poda em sebe (Figura 4.38).

O aumento da produção é um resultado frequentemente associado à poda mecânica e foi verificado por diversos autores (Freeman & Cullis, 1981; Morris & Cawthron, 1981; Reynolds, 1988; Clingeffer, 1988; Lopes *et al.*, 1995; Fonseca, 1996; Santos, 1996; Egipto, 1997; Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Lopes *et al.*, 2000; Melícias, 2002; Poni *et al.*, 2004; Serrano *et al.*, 2007) em diferentes condições de produção.

Os efeitos da poda sobre a videira foram abordados por Winkler (1958) e Winkler *et al.* (1974) que realçaram a maior capacidade das videiras para produzir se sujeitas a podas mais ligeiras ou à não poda. Os mesmos autores demonstram ainda que a forma mais correcta de adequar o nível produtivo das videiras, de forma a maximizar a produção, é através da monda de inflorescências. A monda apenas é necessária para as castas e condições ecológicas que atinjam níveis de sobre produção de tal maneira elevados que a qualidade das uvas seja gravemente prejudicada. Essa maior capacidade é atribuída a dois factores: hidratos de carbono de reserva e área foliar, nomeadamente à maior

disponibilidade dos primeiros e maior dimensão e duração do segundo nas videiras não podadas (Winkler, 1958; Winkler *et al.*, 1974).

Assim, apesar do princípio n.º 2 que indica que videiras com muita produção tenderão a produzir menos vegetação será evidente pelos dados relativos à área foliar e à produção de uvas que tal não se verificou, uma vez que quer a produção de uvas, quer a área foliar total são bastante superiores na poda em sebe, sendo cerca do triplo da poda manual.

Atendendo ao que foi discutido anteriormente relativamente à maior capacidade produtiva das videiras podadas em sebe pode-se agora verificar que as videiras com maior número de pânpanos, maior número de inflorescências e maior área foliar total deram origem a maior produção, conforme esperado.

Considerando a área foliar necessária para produzir 1g de uva podem-se referir dois intervalos propostos na bibliografia consultada: 10 a 20 cm²/g de uva proposto por Champagnol (1984) e 6 a 15 cm²/g uva proposto por Smart & Robinson (1991). Os valores obtidos neste trabalho (Figura 4.39) diferem ligeiramente entre modalidades e adequam-se perfeitamente ao intervalo proposto por Champagnol (1984), sendo superiores ao valor máximo proposto por Smart & Robinson (1991). Podemos considerar que para ambas as modalidades a área foliar é suficiente para atingir o nível de produção que se obteve. Ainda assim, é possível considerar que o menor teor alcoólico verificado nas videiras podadas em sebe poderá ser relacionado com a maior produção verificada.

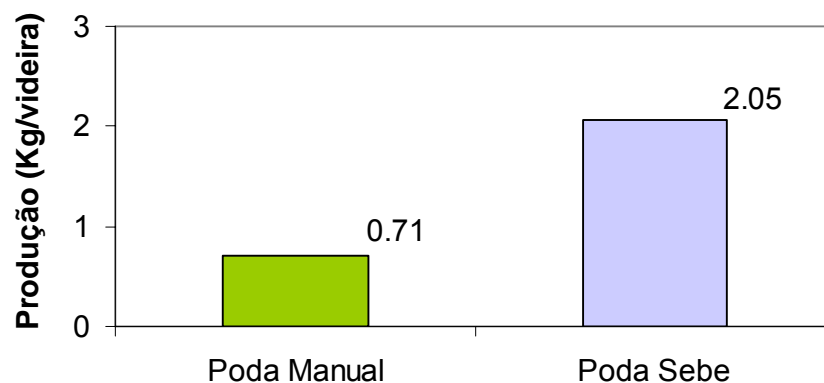


Figura 4.36 – Produção de uvas por videira nas duas modalidades.

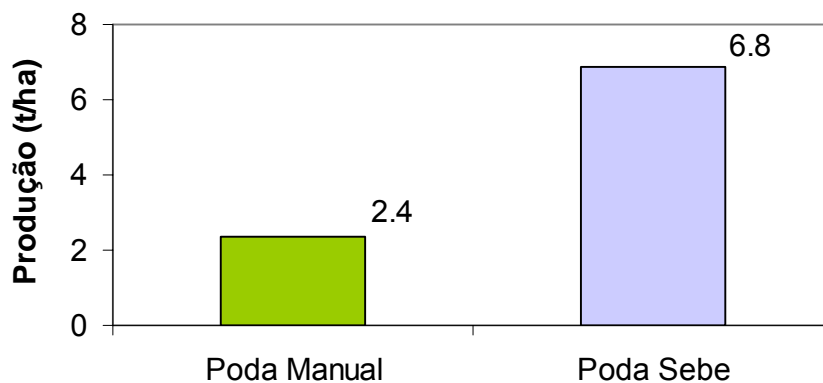


Figura 4.37 – Produção de uvas por ha nas duas modalidades.

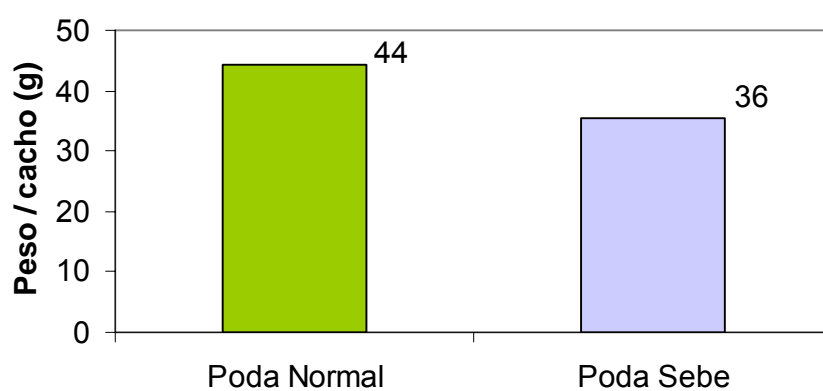
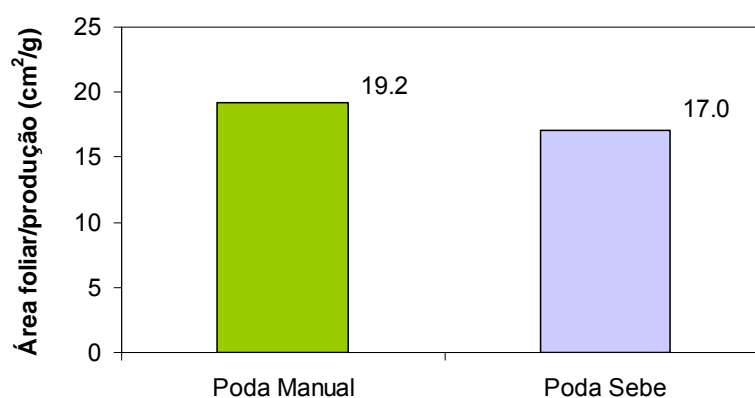


Figura 4.38 – Peso médio por cacho nas duas modalidades.

Figura 4.39 – Relação entre a área foliar e a produção (cm² / g) nas duas modalidades.

4.1.8 Vinificação

Tendo a vinificação decorrido conforme descrito em (3.3.8) obtiveram-se para as análises efectuadas aos vinhos os resultados abaixo apresentados.

O teor alcoólico verificado é superior ao esperado nas análises de evolução da maturação. Sendo que nas modalidades provenientes da poda em sebe é ligeiramente inferior ao teor alcoólico verificado nas modalidades de poda manual. Ainda assim é superior ao teor alcoólico mínimo exigido pelos organismos oficiais para a denominação de origem controlada (DOC) Dão, podendo enquadrar qualquer das categorias de vinho de qualidade produzido em região demarcada (VQPRD) (IVV, 2009). O teor alcoólico verificado na poda manual é muito semelhante ao valor considerado por Böhm (2007) (Quadro 3.1) como indicativo da casta.

A acidez total não parece apresentar uma relação directa com a modalidade de poda ou com a modalidade de vinificação, sendo que conforme se pode verificar abaixo (Quadro 4.2) a poda em sebe com sangria apresenta o valor de acidez total mais elevado, sendo o valor mais baixo apresentado pela poda em sebe sem sangria. Qualquer das modalidades apresenta uma acidez total (Quadro 4.2) bastante superior ao valor considerado por Böhm (2007).

O valor mais baixo de pH verificado corresponde à acidez total mais elevada e à modalidade poda em sebe com sangria, sendo que os valores das modalidades com sangria são iguais e o valor mais elevado que se verificou foi na poda manual com sangria.

Relativamente aos parâmetros da cor também existe apenas uma análise por vinho, portanto um valor para cada modalidade. Não se verifica nenhuma tendência da intensidade da cor ou da tonalidade em função da modalidade de poda ou de vinificação. O menor valor de intensidade da cor é, ainda assim, indicativo de uma cor intensa, sendo superior ao intervalo indicado por Böhm (2007) (Quadro 4.2). Os restantes valores, sendo superiores, evidenciam ainda mais uma forte intensidade da cor quer dos vinhos da poda manual quer da poda em sebe. Quanto à tonalidade os resultados são todos semelhantes, excepto a poda manual com sangria que apresenta um valor ligeiramente superior. Contrariamente ao verificado para os valores da intensidade corante os valores da tonalidade são inferiores ao mínimo referido por Böhm (2007).

Vinho	Álcool (% vol.)	Ac. Total (g/L ac. Tartárico)	Ac. Volátil (g/L ac. Acético)	pH
Poda em sebe sem sangria	13.8	8.10	0.48	3.41
Poda em sebe com sangria	13.6	8.77	0.48	3.31
Poda manual sem sangria	14.2	8.25	0.48	3.41
Poda manual com sangria	14.3	8.17	0.48	3.50

Quadro 4.2 – Análise do vinho proveniente das microvinificações. Álcool (%vol.), Acidez total (g/L de ácido tartárico), acidez volátil (g/L de ácido acético) e pH. Os dados não foram alvo de tratamento estatístico por se tratar de uma única análise por vinho.

Vinho	Intensidade da cor	Tonalidade
Poda em sebe sem sangria	27.72	0.41
Poda em sebe com sangria	20.74	0.41
Poda manual sem sangria	25.88	0.42
Poda manual com sangria	28.02	0.45

Quadro 4.3 – Análise do vinho proveniente das microvinificações. Parâmetros da Cor: Intensidade e Tonalidade. Os dados não foram alvo de tratamento estatístico por se tratar de uma única análise por vinho.

5. Conclusões

Os resultados obtidos permitem afirmar que a poda em sebe apresenta uma maior carga à poda associada a um maior número de unidades de frutificação e a maiores unidades de frutificação.

O aumento de carga à poda originou uma percentagem de abrolhamento menor na poda em sebe, assim como um menor índice de fertilidade, apesar disso, o número de sarmentos foi muito maior na poda em sebe.

Analogamente ao que se verificou com o abrolhamento também na fertilidade o número de inflorescências por videira foi significativamente maior na poda em sebe apesar de o índice de fertilidade potencial ser significativamente menor nessa modalidade.

Relativamente aos parâmetros relacionados com a área foliar pode-se concluir que: a área foliar total e a área foliar principal por videira são significativamente maiores na poda em sebe. Quanto à área por folha, área por pânpano área foliar secundária, número e área das folhas secundárias são significativamente superiores na poda manual. É ainda de referir a importância da área foliar como expressão do vigor e da capacidade produtiva das videiras.

O potencial hídrico foliar de base não reflectiu em qualquer das medições uma condição de stress hídrico severo, estando até a curva de potencial hídrico foliar de base bastante aproximada da considerada na bibliografia como óptima para a produção de vinhos de qualidade, com concentração e aptidão para guarda.

A evolução da maturação ocorreu de acordo com o esperado e conforme a bibliografia consultada.

A produção da poda em sebe foi significativamente superior, sendo cerca do triplo da poda manual. O peso dos cachos foi ligeiramente inferior na poda em sebe, tal como a relação entre a área foliar e a produção.

Relativamente à qualidade da produção os vinhos da poda em sebe apresentavam um teor alcoólico inferior sendo ainda suficientemente elevado para que o vinho possa integrar os mais elevados escalões de produção, nomeadamente DOC e VQPRD. A intensidade corante do vinho com o menor valor ainda se pode considerar um vinho com uma cor intensa, quanto à tonalidade os valores não são muito diferentes entre modalidades sendo todos eles baixos comparativamente aos valores referidos na bibliografia.

É ainda importante realçar a possibilidade de produzir uvas no sistema de condução LYS de forma integralmente mecanizada, sendo que a grande necessidade de mão-de-obra é o grande inconveniente deste sistema de condução.

Apesar de os resultados obtidos neste trabalho mostrarem diversas vantagens da poda mecânica relativamente à poda manual é necessário ter em conta que apenas foram considerados os dados relativos a um ano, especificamente um ano atípico do ponto de vista hídrico, com chuvas ao longo da época de crescimento e que foi um ano de baixas produções na região. É ainda necessário ter em conta que neste tipo de ensaios deve ser tido em conta resultados referentes a vários anos que permitam avaliar a resposta das diferentes modalidades de poda em diferentes anos e após as videiras da poda em sebe atingirem o equilíbrio referido na bibliografia como típico deste tipo de poda.

6. Referências Bibliográficas

- ANDERSEN, P.C.; SIMS, C.A.; HARRISON, J.M. (1996). *Influence of simulated mechanized pruning and and pruning on yield and berry composition of Vitis rotundifolia Noble and Welder*. American Journal of Enology and Viticulture. 47(3), pp 291-296
- BÖHM, J. (2007). O grande livro das castas. Chaves Ferreira Publicações. pp 110-111.
- BOVIO, M.; LISA, L. (1996). *Mineral nutrition and yield quality in grapevines trained to vertical trellis or single curtain hand or machine pruned*. Acta Horticulturae 427 pp 187-190.
- BRITES,J.; PEDROSO, V. (2000). *Castas recomendadas na região do Dão*. Direcção Regional da Agricultura da Beira Litoral. Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão. Nelas.
- CARBONNEAU, A. & CARGNELLO, G. (2003). *Architectures de la vigne et systèmes de conduite*. Éditions 'La Vigne', Dunod, France, 208 pp.
- CARBONNEAU, A. (1989). *Classification des système de conduite*. Système de conduite de la vigne et mécanisation – OIV. 1-12.
- CARBONNEAU, A.; CASTERAN, P.; LECLAIR, P. (1981). Principes de choix des systèmes de conduit pour des vignobles tempérés et definitions pratiques utilisables en reglementation. Connaissance Vigne Vin, 15 (2): 97-124.
- CASTRO, R. (1997). *Dão património e paradoxos - das castas à condução da vinha*. 1º Congresso "O Dão em debate" – Texto de apoio à comunicação.
- CASTRO, R.; CARGNELLO, G.; INTRIERI, C.; CARBONNEAU, A. (1995). *Une nouvelle méthode de conduite proposée pour expérimentation par le GESCO: La forme LYS*. Progrès Agricole et Viticole. 112, n.º 22.
- CASTRO, R.; CRUZ, A.; BOTELHO, M. (2006). *Tecnologia vitícola*. Edição DRABL.
- CASTRO, R.; GOMES, C.; RODRIGUES, C.; CASTRO, J.; BAPTISTA, M.; RODRIGUES, A.; ALBERTO, S.; RIBEIRO, F.; BOTELHO, M.; CRUZ, A. (2007) *Potencial de maturação da casta Touriga Nacional em diferentes itinerários tecnológicos e regiões (Dão, Bairrada e Vinhos Verdes)*. Actas do 7º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo. Volume 1.
- CHAMPAGNOL, F. (1984). *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture general*. Montpellier, 354 pp.

- CLINGELEFFER, P.R. (1984). *Production and growth of minimal pruned Sultana vines*. Vitis 23. 42-54.
- CLINGELEFFER, P.R. (1988). *Response of Riesling clones to mechanical hedging and minimal pruning of cordon trained vines (MPCT) - Implications for clonal selection*. Vitis 27. 87-93.
- CLINGELEFFER, P.R. (2000). *Mechanization of wine and raisin production in Australian vineyards*. Proceedings of the ASEV 50th anniversary annual meeting, Seattle, Washington. pp 165-169.
- CLINGELEFFER, P.R.; KRAKE, L.R. (1992). *Responses of Cabernet franc grapevines to minimal pruning and virus infection*. American Journal of Enology and Viticulture 43(1). pp 31-47.
- CLINGELEFFER, P.R.; KRAKE, L.R. (2002). *Light (minimal) pruning enhances expression of higher yield from clones of Vitis vinifera L.cv. Sultana following thermotherapy for virus attenuation*. Australian journal of grape and wine research. 8 pp.95-100.
- CLINGELEFFER, P.R.; PETRIE, P.R.; ASHLEY, R.M. (2005). *Suitability of minimal pruning and other low-input systems for warm and cool climate grape production*. XIV International G.E.S.C.O. Viticulture Congress, Gheisenheim, Alemanha, pp. 3-9.
- COUTINHO, A. (2005). *A Touriga Nacional em estudo*. Revista de Vinhos. Fevereiro. pp 170-175.
- DELOIRE, A.; CARBONNEAU, A.; LOPEZ, F.; SUAREZ, S.; PEREZ, C.; DOMERGUE, P.; SAMSON, A. (2004). *Interaction "training system x vigour" on Merlot. Comparison between vertical trellis and minimal pruning. First results*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 38 (1). pp. 59-64.
- DESSEAUVE, T. (1998). *O livro do vinho*. Chaves Ferreira Publicações.
- EGIPTO, R.J.L. (1997) *Influência da mecanização da poda no comportamento agronómico e fisiológico da videira (Vitis vinifera L.), casta "Cabernet sauvignon"*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa.
- FONSECA, B.N.O.R. (1996). *Influência da poda mecânica na produtividade da videira*. Relatório de Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa.

- FREEMAN, B.M.; CULLIS, B.R. (1981). *Effect of hedge shape for mechanical pruning of Vinifera vines*. American Journal of Enology and Viticulture. 32(1) pp 21-25.
- INTRIERI, C.; PONI, S. (1995). *Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape quality and vintage quality of mechanized Italian vineyards*. American Journal of Enology and Viticulture. 46(1) pp 116-127.
- INTRIERI, C.; PONI, S.; LIA, G.; CAMPO, M.G. (2001). *Vine performance and leaf physiology of conventionally and minimally pruned Sangiovese grapevines*. Vitis 40 (3). pp 123-130.
- IVV – <http://www.ivv.min-agricultura.pt/vinhos/files/denominacoes/dao.html>.
- JESUS, C. (1997). *Comportamento ecofisiológico da casta "Touriga Nacional" em diferentes sistemas de condução na região do Dão*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa.
- LOPES, C.; LAUREANO, M.; FONSECA, B.; ALEIXO, A.L.; CASTRO, R. (1995). *Influência da poda mecânica na produtividade da videira, casta "Cabernet Sauvignon"*. Actas 8as Jornadas GESCO, ADISA (ed.), Lisboa, 354-361.
- LOPES, C.; MELICIAS, J.; ALEIXO, A.; LAUREANO, O.; CASTRO, R. (2000). *Effects of mechanical hedge pruning on growth, yield and quality of Cabernet Sauvignon grapevines*. Acta Horticulturae 526 pp 261-265.
- LOPES, C.; PACHECO, C.; VICENTE-PAULO, J.; RODRIGUES, M.L. (1998). *Interesse do potencial hídrico foliar de base como indicador da actividade fisiológica da videira*. Actas do 4º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo pp 97-102.
- LOPES, C.; PINTO, P.A. (2005). *Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models*. Vitis 44(2). 55-61.
- LOPES, M.C. (1998). *Influência da poda mecânica no comportamento agronómico e fisiológico da casta "Cabernet sauvignon"*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
- LOUREIRO, V.; CARDOSO, A.H. (1993). *Os vinhos do Dão*. Chaves Ferreira Publicações, S.A. 158 pp.
- MAGALHÃES, N. (2008). *Tratado de Viticultura. A videira a vinha e o terroir*. Chaves Ferreira Publicações. 605 pp.

- MARTINEZ DE TODA, F.; SANCHÁ, J.C. (1999). *Long term effects os simulated mechanical pruning on Grenache vines under drought conditions*. American Journal of Enology and Viticulture. 50(1).
- McCARTHY, M.G.; CIRAMI, R.M. (1990). *Minimal pruning effects on the performances of selection of four Vitis vinifera cultivars*. Vitis 29. 85-96.
- MELÍCIAS, J.J.C. (2002). *Influência da poda mecânica no comportamento das castas "Cabernet sauvignon" e "Alicante bouchet"*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
- MORRIS, J. (2001). *Precision viticulture - A mechanized systems approach*. Proceedings ASEV/ES Symposium of cool climate Oenology and Viticulture.Ontario.
- MORRIS, J.; CAWTHON, D.L. (1981). *Yield and quality response of Concord grapes (Vitis lambrusca L.) to mechanized vine pruning*. American Journal of Enology and Viticulture. 32(4) pp 280-282.
- MORRIS, J.R. (1993). *Effects of mechanical pruning and mechanical shoot positioning on yield and quality of grapes*. PROC. 2ND NJ SHAULIS GRAPE SYMPOSIUM, Fredonia New York pp 57-66.
- MOTA, M.T.F.O.P. (2005). *Potencialidades e condicionalismos da condução LYS. CV Loureiro. Região dos Vinhos Verdes*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia.
- OJEDA, H. (2007). *Rega qualitativa de precisão na vinha*. Enoforum 2007. Piacenza, Itália. Revista Internet de Viticultura e Enologia 2007.
- PEDROSO, V.; BRITES, J.; MARTINS, S.; LOPES, C.; CASTRO, R. (1998) *Influence du mode de conduite et charge en bougeon sur les résultats agronomiques du cépage "Touriga Nacional" région Dão*. 10as Jornadas GESCO : Groupe d' Etudes des Systèmes de Conduite de la Vigne. Changings-Suisse. 26-28 mai 1998. pp 210-215.
- PEDROSO, V.; CASTRO, R.; LOPES, C. (1990). *Influência da casta e da carga à poda nas relações rendimento/qualidade na região do Dão*. Congresso Ibérico das Ciências Hortícolas. Actas de Horticultura. pp. 320-326.
- PEDROSO, V.; MARTINS, S.; BRITES, J.; LOPES,C. (2007) *Efeito do porta-enxerto no vigor, rendimento e qualidade do mosto da casta Touriga Nacional, na região do Dão*. Actas do 7º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo. Volume 1 pp 206-209.

- PEDROSO, V.; LOPES, C.; JESUS, C.; MARTINS, S.; BRITES, J.; CASTRO, R. (1995). *Condução da Touriga Nacional no Dão - Interações, forma, carga e porta-enxerto*. Actas 8^{as} Jornadas GESCO. ADISA (ed.). Lisboa.
- PETRIE, P. R.; CLINGELEFFER, P.R. (2006). *Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (Vitis vinifera L.) in a warm climate*. Australian Journal of Grape and Wine Research 12. pp 21-29.
- PINHO, P.G.; FALQUÉ, E.; CASTRO, M.; OLIVEIRA E SILVA, H.; MACHADO, B; SILVA FERREIRA, A.C. (2007). *Further insights into the floral character of Touriga Nacional wines*. Journal of Food Science. 72(6) pp 396-400.
- PONI, S.; BERNIZZONI, F.; PRESUTTO, P.; REBUCCI, B. (2004). *Performance of Croatina under short-cane mechanical hedging: a successful case of adaptation*. American Journal of Enology and Viticulture. 55(4) pp 379-388.
- POSSINGHAM, J.V. (1996) *Factors affecting the quality of wine from minimally pruned grapevines*. Acta Horticulturae 427 pp 387-393.
- REYNIER, A. (1986). *Manual de viticultura*. Coleção Euroagro. Publicações Europa-América.
- REYNOLDS, A.G. (1988). *Response of Okanagan Riesling vines to training system and simulated mechanical pruning*. American Journal of Enology and Viticulture. 39(3) pp 205-212.
- REYNOLDS, A.G.; WARDLE, D.A. (1993). *Yield component path analysis of Okanagan Riesling vines conventionally pruned or subjected to simulated mechanical pruning*. American Journal of Enology and Viticulture. 44(2) pp 173-179.
- RIBÉRAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBÉRAU-GAYON, P. (1975). *Traité d'oenologie. Sciences et techniques du vin. Tome 2*. Dunod. Paris.
- ROSSEAU, J.; CARBONNEAU, A.; OJEDA, H. (2008) *A poda mínima, um modo para reduzir os custos de produção?*. Revista Internet de Viticultura e Enologia N.º 6.
- SANTOS, M.N.V.L. (1996). *Influência da poda mecânica na produção, vigor e qualidade do mosto nas castas "Alicante bouschet" e "Cabernet sauvignon"*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.

- SERRANO, M.J.; JIMÉNEZ-CANTIZANO, A.; PUERTAS, B.; LARA, M.; GARCÍA DE LUJÁN, A. (2007). *Poda Simulada tipo seto en una zona de clima cálido*. Actas do 7º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo. Volume 1 pp 255-261.
- SHULTZ, H.R.; WEYAND, K.M. (2005). *Minimal pruning systems for cool climate grapes production - past and future*. Proceedings XIV GESCO Symposium, Forschungsanstalt Geisenheim, Geisenheim, Alemanha, 23-27 Agosto 2005, Vol.1: pp 11-16.
- SIMS, C.A.; JOHNSON, R.P.; BATES, R.P. (1990). *Effects of mechanical pruning on yield and quality of Muscadine grapes*. American Journal of Enology and Viticulture. 41(4) pp 273-276.
- SMART, R.; ROBINSON, E. (1991). *Sunlight into wine. A handbook for wine grape canopy management*. Winetitles. Adelaide.
- SMITHYMAN, R.P.; HOWELL, G.S.; MILLER, D.P. (1997). *Influence of canopy configuration on vegetative development, yield, and fruit composition of Seyval blanc grapevines*. American Journal of Enology and Viticulture. 48(4) pp 482-491
- WEYAND, K. M.; SHULTZ, H.R. (2006a) *Light interception, gas exchange and carbon balance of different canopy zones of minimally and cane-pruned field grown Riesling grapevines*. VITIS 45 (3) pp 105-114.
- WEYAND, K. M.; SHULTZ, H.R. (2006b). *Long-term dynamics of nitrogen and carbohydrate reserves in woody parts of minimally and severely pruned Riesling vines in a cool climate*. American Journal of Enology and Viticulture 57(2) pp 172-182.
- WINKLER, A.J. (1958). *The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality*. American Journal of Enology and Viticulture. 9(1)
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M. LIDER, L.A. (1974). *General Viticulture*. Univ. California Press, Los Angeles.
- ZABADAL, T.J.; Vanee, G.R.; Dittmer, T.W.; Ledebuhr, R.L. (2002). *Evaluation of strategies for pruning and crop control of Concord grapevines in Southwest Michigan*. American Journal of Enology and Viticulture 53(3) pp 204-209.